

# **Rahmenwerk für zielgruppenorientiertes Blended E-Learning im MINT-Bereich im Kontext des Lebenslangen Lernens**

## **Dissertation**

zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften

vorgelegt von  
Dipl. Wirt.-Inf. Daniel Sitzmann  
aus Frankfurt am Main

genehmigt von der Fakultät für Mathematik/Informatik und Maschinenbau  
der Technischen Universität Clausthal,

Tag der mündlichen Prüfung  
10. Dezember 2015

Dekan  
Prof. Dr. J. Dix

Vorsitzender der Promotionskommission  
Prof. Dr. J. Dix (Technische Universität Clausthal)

Hauptberichterstatter  
Prof. Dr.-Ing. D.P.F. Möller (Technische Universität Clausthal)

Mitberichterstatter  
Prof. Dr. F. Mayer-Lindenberg (Technische Universität Hamburg-Harburg)  
Prof. Dr. S. Hartmann (Technische Universität Clausthal)

**Abstract:**

Das heutige Leben der Menschen ist vom Internet durchdrungen, kaum etwas ist nicht „vernetzt“ oder „elektronisch verfügbar“. Die Welt befindet sich im Wandel, die „Informationsgesellschaft“ konsumiert in Echtzeit Informationen auf mobilen Endgeräten, unabhängig von Zeit und Ort. Dies gilt teilweise auch für den Aus- und Weiterbildungssektor: Unter „E-Learning“ versteht man die elektronische Unterstützung des Lernens. Gelernt wird „online“; Inhalte sind digital verfügbar. Zudem hat sich die Lebenssituation der sogenannten „Digital Natives“, der jungen Individuen in der Informationsgesellschaft, verändert. Sie fordern zeitlich und räumlich flexible Ausbildungssysteme, erwarten von Bildungsinstitutionen umfassende digitale Verfügbarkeit von Informationen und möchten ihr Leben nicht mehr Lehr- und Zeitplänen unterordnen – das Lernen soll zum eigenen Leben passen, lebensbegleitend stattfinden. Neue „Lernszenarien“, z.B. für alleinerziehende Teilzeitstudierende oder Berufstätige, sollen problemlos möglich werden. Dies soll ein von der europäischen Union erarbeitetes Paradigma leisten, das unter dem Terminus „Lebenslanges Lernen“ zusammengefasst ist.

Sowohl E-Learning, als auch Lebenslanges Lernen gewinnen an Bedeutung, denn die (deutsche) Wirtschaft thematisiert den „Fachkräftemangel“. Die Nachfrage nach speziell ausgebildeten Ingenieuren im MINT-Bereich soll schnellstmöglich befriedigt, die „Mitarbeiterlücke“ geschlossen werden, um so weiterhin das Wachstum und den Wohlstand zu sichern. Spezielle E-Learning-Lösungen für den MINT-Bereich haben das Potential, eine schnelle sowie flexible Aus- und Weiterbildung für Ingenieure zu bieten, in der Fachwissen bezogen auf konkrete Anforderungen der Industrie vermittelt wird. Momentan gibt es solche Systeme allerdings noch nicht.

Wie sehen die Anforderungen im MINT-Bereich an eine solche E-Learning-Anwendung aus? Sie muss neben neuen Technologien vor allem den funktionalen Anforderungen des MINT-Bereichs, den verschiedenen Zielgruppen (wie z.B. Bildungsinstitutionen, Lerner oder „Digital Natives“, Industrie) und dem Paradigma des Lebenslangen Lernens gerecht werden, d.h. technische und konzeptuelle Anforderungen zusammenführen.

Vor diesem Hintergrund legt die vorliegende Arbeit ein Rahmenwerk für die Erstellung einer solchen Lösung vor. Die praktischen Ergebnisse beruhen auf dem Blended E-Learning-System des Projekts „Technische Informatik Online“ (VHN-TIO).

**Stichwörter:**

E-Learning, Blended Learning, Lebenslanges Lernen (LLL), MINT-Aus- und Weiterbildung, Mobile-/M-Learning, ILIAS, Single-Source-Publishing, Technische Informatik, Web 2.0





## Inhaltsverzeichnis

<b>I.</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>11</b>
I.1.	Motivation und Zielsetzung der Arbeit.....	11
I.2.	Forschungsansatz und Betrachtungsperspektiven .....	13
I.3.	Aufbau der Arbeit .....	14
<b>II.</b>	<b>Blended Learning im Kontext von MINT und Lebenslangem Lernen .....</b>	<b>17</b>
II.1.	Besonderheiten von MINT-Disziplinen im E-Learning-Kontext.....	17
II.2.	Einführung in Blended E-Learning .....	18
II.2.1.	Was ist Blended E-Learning? .....	19
II.2.2.	Umsetzung von Blended E-Learning-Anwendungen .....	21
II.2.3.	Aufbereitung von Lerninhalten und Lernobjekten .....	25
II.2.4.	Mobile Learning und andere E-Learning-Techniken.....	27
II.3.	Webanwendungen – Grundlage serverbasierter Wissensplattformen.....	31
II.3.1.	Vorgehen bei der Entwicklung von Webanwendungen .....	34
II.3.2.	Client-Server-Softwarearchitekturen und Datenbanken .....	35
II.4.	Realisierung des Lebenslangen Lernens durch E-Learning .....	39
II.4.1.	Was ist Lebenslanges Lernen?.....	39
II.4.2.	Typen von Lernern und Bildungsbiographien .....	41
II.4.3.	E-Learning zur Ausgestaltung des Lebenslangen Lernens? .....	45
<b>III.</b>	<b>Entwicklung eines Rahmenwerks für zielgruppenspezifische Blended E-Learning-Strategien für MINT-Disziplinen.....</b>	<b>49</b>
III.1.	Zielsetzung dieses Rahmenwerks .....	49
III.2.	Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich.....	51
III.2.1.	Anforderungen an Absolventen des MINT-Bereichs .....	52
III.2.2.	Herausforderungen der Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich .....	54
III.2.3.	Überwindung von Schranken und Zugangsbarrieren durch E-Learning.....	56
III.3.	Überblick über bisherige Arbeiten und Rahmenwerke in diesem Gebiet.....	58
III.4.	Zielgruppen beim zukünftigen E-Learning und im Kontext des LLL .....	60
III.4.1.	Bestimmen von Zielgruppen und charakteristischen Anforderungen .....	60
III.4.2.	Lerner – Heterogen zusammengesetzte Gruppen als Standard .....	62
III.4.2.1.	„Digital Natives“ als neuer Typus von Studierenden.....	62
III.4.2.2.	Erwartungen von Lernern an das E-Learning-System.....	64

III.4.3.	Anbieter – Bildungsinstitutionen wie Universitäten und Hochschulen .....	66
III.4.3.1.	Menschen: Lehrer, Tutoren, Dozenten, Professoren und Autoren .....	66
III.4.3.2.	Institutionen: Präsidien, Verwaltungen und politischer Hintergrund.....	68
III.4.3.3.	Erwartungen von Anbietern an das E-Learning-System.....	68
III.4.4.	Unternehmen/Industrie – „Kunde und Anbieter“ .....	71
III.4.4.1.	Besondere Rolle – Anbieter und Nachfrager/Kunde.....	71
III.4.4.2.	Erwartungen von Unternehmen an das E-Learning-System .....	73
III.4.5.	Zielgruppenmetrik zur Regulierung der Anforderungen und Interessen.....	75
III.4.6.	Diskussion der Zielgruppenorientierung .....	79
III.5.	Klassische und innovative Lernszenarien für neue Lebenssituationen .....	81
III.5.1.	Blended Learning als Ausgangspunkt für flexible Lehre.....	82
III.5.2.	Präsenzphasen im Blended Learning für den MINT-Bereich .....	85
III.5.2.1.	Klassische Präsenzlehre und „Kick-off“-Veranstaltungen.....	86
III.5.2.2.	Praxisbezogene Lehre in den Präsenzphasen .....	87
III.5.2.3.	Fachgespräche zur Anrechnung von Vorkenntnissen .....	90
III.5.3.	Online-Lernphasen – Vernetzung und Kommunikationswege.....	91
III.5.3.1.	Online-Lernen und Online-Vorlesungen .....	93
III.5.3.2.	Formen des Lernens mit Social Software .....	94
III.5.3.3.	Virtuelle Lernorte für Laborarbeit, Übungen und Seminare .....	97
III.5.3.4.	Mobile Learning als Grundlage innovativer Lernszenarien.....	101
III.5.3.5.	Ubiquitous Learning und Situation Based Learning.....	104
III.5.4.	Besonderheiten bei der Verknüpfung von Lernen und Arbeiten.....	106
III.5.5.	Diskussion von Lernszenarien .....	108
III.6.	Erstellung, Aufbereitung und Gestaltung der Lerninhalte für MINT .....	109
III.6.1.	Thematische Abgrenzung der Inhalte und Didaktik im MINT-Bereich .....	109
III.6.2.	Lernobjekte, Lernsequenz und Lernpfade .....	112
III.6.3.	Instruktionsdesign - Visuelle Präsentation der Lerninhalte.....	114
III.6.4.	Medieneinsatz in Lernmaterialien für E-Learning .....	117
III.6.4.1.	Gestaltung von Texten und Abbildungen.....	118
III.6.4.2.	Gestaltung von multimedialen Inhalten .....	122
III.6.4.3.	Gestaltung von Animationen und Simulationen .....	124
III.6.5.	Diskussion zur Gestaltung von speziellen Lernmaterialien für LLL .....	127
III.7.	Softwaretechnische Realisierung.....	129
III.7.1.	Allgemeine Anforderungen an das Gesamtsystem.....	130
III.7.2.	Systemarchitektur: Serverstruktur für E-Learning-Komponenten .....	133
III.7.3.	Softwarekomponenten und zugrunde liegende Techniken.....	137
III.7.4.	Anforderungen an das E-Learning-System.....	140

III.7.5.	Erstellung und Speicherung der Lerninhalte .....	144
III.7.5.1.	Single-Source-Publishing-Prinzip .....	144
III.7.5.2.	XML zur Speicherung von E-Learning-Inhalten .....	148
III.7.5.3.	Autorenwerkzeuge zur Erstellung von E-Learning-Inhalten.....	150
III.7.5.4.	Aufbereitung der Lerninhalte für eine reibungslose Konvertierung.....	153
III.7.5.5.	Konvertierung von Lerninhalten .....	153
III.7.5.6.	Diskussion des Single-Source-Ansatzes für E-Learning .....	156
III.7.6.	Softwaregrundlage – Struktur, Standards und Eigenentwicklungen.....	156
III.7.7.	E-Learning-Techniken am Puls der Zeit .....	161
III.7.7.1.	Darstellung der Lerninhalte - Userfrontend, Oberflächen und Usability .....	162
III.7.7.2.	Übungen, Tests und Seminare – Formen von Kommunikation .....	165
III.7.7.3.	Animationen, Videos und Podcasts .....	167
III.7.7.4.	Alternative Darstellungen durch multimediale Elemente .....	169
III.7.7.5.	Web 2.0 – Techniken der Social-Software im E-Learning Kontext.....	171
III.7.7.6.	Kollaboratives Lernen und Lehren .....	173
III.7.7.7.	Mobile Endgeräte – Smartphone und Tablet-PCs .....	175
III.7.7.8.	Lernspiele zur Motivationssteigerung .....	177
III.7.7.9.	Simulationen von komplexen Zusammenhängen .....	179
III.7.7.10.	Virtuelle Labore vs. Remote Labs.....	182
III.7.7.11.	Remote-Access – Verteilter Zugriff auf lokale Ressourcen .....	185
III.7.7.12.	Validatoren für Programmieraufgaben und andere Übungen.....	186
III.7.8.	Ausblick auf mögliche zukünftige Trends im E-Learning .....	187
III.7.8.1.	Cloud-Computing – der Speicherort von morgen .....	188
III.7.8.2.	Ubiquitous Learning und Internet of Things.....	190
III.7.9.	E-Portfolio für Lebenslanges Lernen und MINT.....	193
III.7.10.	Kritische Faktoren bei der Umsetzung der E-Learning-Lösung .....	197
III.8.	E-Learning-Enrichment-Tools für MINT .....	198
III.9.	Schnittstellen zu Unternehmen .....	199
III.10.	Qualitätssicherung, -verbesserung und Nachhaltigkeit.....	201
III.10.1.	Qualitätsmanagement an Hochschulen .....	202
III.10.2.	Exkurs: Messen der Qualität von Weiterbildungsangeboten .....	203
III.10.3.	Qualität von elektronischen Bildungsangeboten.....	205
III.10.3.1.	Qualitätskriterien für E-Learning-Lösungen .....	206
III.10.3.2.	Evaluation von E-Learning und Durchführung eines Pilotbetriebs.....	208
III.10.4.	Sicherung der Nachhaltigkeit des Angebots .....	211
III.11.	Ein belastbares Rahmenwerk? Eine Diskussion. ....	213

<b>IV.</b>	<b>E-Learning-Prototyp „Technische Informatik Online“</b>	<b>215</b>
IV.1.	Das Projekt VHN-TIO	215
IV.2.	Prototypische Entwicklung der E-Learning-Software	218
IV.2.1.	Konkrete Ziele der TIO-Softwareplattform	218
IV.2.2.	Zielgruppenorientierung und Anforderungskatalog an die Software	220
IV.2.3.	Systemaufbau, Serverstruktur und Entwicklung	221
IV.2.4.	Softwaremodule für die Entwicklung des TIO-Systems	224
IV.2.4.1.	TIO – Gesamtprozess zur Erstellung und Auslieferung der Lerninhalte	226
IV.2.4.2.	TIOWA – TIO-Webanwendung	228
IV.2.4.3.	Single-Source-Ansatz mittels XML4TIO und Konvertierung	230
IV.2.4.4.	Konvertersoftware zur Ermöglichung des Single-Source-Publishings	234
IV.2.4.5.	XML4TIO – Formatunabhängige Speicherung von Lernmodulen	236
IV.2.4.6.	„Studienerlebnis“ mit TIO – LMS „TIO-ILIAS“	239
IV.3.	Beispiele für realisierte E-Learning-Enrichment-Tools	244
IV.3.1.	Vorlesungsaufzeichnungen zur Flexibilisierung des Studiums	245
IV.3.2.	Simulatoren	247
IV.3.2.1.	Beispiel Endlicher Automat – „AutoSim“	247
IV.3.2.2.	Simulation von Tankregelungssystemen	249
IV.3.3.	Lernspiel-Simulation für PID-Regler – das „PID-UFO“	251
IV.3.4.	Programmier-Validator für VHDL	252
IV.3.5.	Remote Lab – Hardwareprogrammierung über Remote Access	254
IV.3.6.	Exkurs: Beispiel für eine komplette (Virtual & Remote) Web Lab Suite	256
IV.4.	Evaluation der Projektergebnisse – bisherige Erfahrungswerte	259
IV.4.1.	Unterstützte Geräte und Browser	260
IV.4.2.	Diskussion der Softwareeigenentwicklungen für die Lehre	261
IV.4.3.	Erfahrungswerte und resultierende Veränderungen des Rahmenwerks	262
<b>V.</b>	<b>Schlussbetrachtung – Blended E-Learning für die MINT-Praxis</b>	<b>265</b>
V.1.	Erfahrungen mit dem entwickelten Rahmenwerk und Bewertung	266
V.2.	Prototyp „Technische Informatik Online“ (VHN-TIO)	268
V.3.	Weiterentwicklung und Ausblick auf zukünftige Forschungsbedarfe	269
<b>VI.</b>	<b>Anhang</b>	<b>271</b>
VI.1.	Blended E-Learning im MINT-Bereich	271
VI.1.1.	E-Learning – das Erfolgsrezept zum Lernen und Lehren?	272
VI.1.1.1.	Grundlagen von E-Learning	272

VI.1.1.1.1.	Was ist „elektronisches Lernen“?	274
VI.1.1.1.2.	Geschichtliche Entwicklung von E-Learning	278
VI.1.1.1.3.	Vorteile, Nachteile und Chancen	281
VI.1.1.1.4.	Didaktische und psychologische Theorien und Grundlagen	284
VI.1.1.1.5.	Diversität der Studierenden vs. Interaktivität und Adaptivität	290
VI.1.1.1.6.	M-Learning und andere innovative Facetten von E-Learning	295
VI.1.1.1.7.	Überblick über technische Standards im E-Learning bzw. Web	301
VI.1.1.1.8.	Learning-Management-Systeme und andere E-Learning-Software	304
VI.1.1.2.	Entwicklung und Umsetzung von E-Learning-Lösungen	305
VI.1.1.2.1.	Konzept und Anforderungen: Was für wen und warum	306
VI.1.1.2.2.	Inhalt: Lernobjekte, Lernprozess und Multimedia	307
VI.1.1.2.3.	Technik: Entwicklung der Softwarelösungen	310
VI.1.1.2.4.	Service und Verwaltung: Garantie eines nachhaltigen Betriebs	311
VI.1.1.3.	Projektmanagement in E-Learning-Projekten	312
VI.1.1.3.1.	Projektmanagement: Planung, Organisation und Budget	312
VI.1.1.3.2.	10 Goldene Regeln des E-Learnings	314
VI.1.1.3.3.	Checkliste: Zielfindung in Blended E-Learning-Projekten	315
VI.1.1.3.4.	Checkliste: E-Learning-Projekte erfolgreich managen	316
VI.1.1.3.5.	Checkliste: Kontextanalyse und Ressourcenplanung	317
VI.1.1.3.6.	Checkliste: Pilotierung	318
VI.1.1.4.	Erfolgsfaktoren oder -garantien für E-Learning-Angebote?	319
VI.1.2.	E-Learning vs. Blended E-Learning	321
VI.1.2.1.	Definition von Blended Learning und Abgrenzung zum E-Learning	321
VI.1.2.2.	Vorteile, Nachteile und Herausforderungen von Blended E-Learning	323
VI.1.3.	Einsatz von Blended/E-Learning im Kontext des MINT-Bereichs	326
VI.1.3.1.	Anforderungen von MINT an E-Learning und Technik	327
VI.1.3.2.	Anforderungen von MINT an Inhalte und Didaktik	329
VI.1.4.	Blended E-Learning für MINT – Eine erste Zusammenfassung	330
VI.2.	Hintergründe zum Lebenslangen Lernen im MINT-Kontext	331
VI.2.1.	Einführung in das Lebenslange Lernen	332
VI.2.1.1.	Eine Definition: Lernen – ein Leben lang?	333
VI.2.1.2.	Konzept der Berücksichtigung verschiedener Lebensphasen	335
VI.2.1.3.	Fokus auf Erwachsenen- bzw. Weiterbildung	336
VI.2.1.4.	Geschichtliche Entwicklung des Begriffs	344
VI.2.1.4.1.	Internationale Veröffentlichungen zum Lebenslangen Lernen	345
VI.2.1.4.2.	Spezielle Programmatiken zum Lebenslangen Lernen in Deutschland	346
VI.2.1.5.	Ziele, Vor- und Nachteile des LLL – zwischen Euphorie und Realität	348
VI.2.1.6.	Umsetzung des Lebenslangen Lernens in der Praxis	352
VI.2.2.	Wandel und neue Wege im (Weiter-) Bildungssektor für MINT-Fachkräfte	355

VI.2.2.1.	Neues Verständnis von „Lernern“ und „Lernen“ .....	356
VI.2.2.1.1.	Veränderte Ausdehnung des Begriffs „Lernen“ .....	357
VI.2.2.1.2.	Neue Typen von Studierenden und veränderte Lebenssituationen .....	358
VI.2.2.1.3.	Lebensbegleitende Ausbildung wird zur Bildungsbiographie .....	362
VI.2.2.2.	Veränderte Lernmethoden und -formen.....	364
VI.2.2.2.1.	Formales, Non-formales und informelles Lernen .....	364
VI.2.2.2.2.	Überblick über Lernmethoden .....	367
VI.2.2.2.3.	Oberflächliches Lernen oder Tiefenverständnis? .....	369
VI.2.2.2.4.	Kompetenz gleich Wissen und Fähigkeit? .....	370
VI.2.2.3.	Anrechenbarkeit von Leistungen durch Kreditierung/Zertifizierung .....	372
VI.2.2.3.1.	ECTS - „European Credit Transfer System“ .....	374
VI.2.2.3.2.	EQF – der Europäische Qualifikationsrahmen .....	374
VI.2.2.3.3.	Der ProfilPASS .....	378
VI.2.2.4.	Paradigmenwechsel in Aus- und Weiterbildungsinstitutionen .....	379
VI.2.2.4.1.	Aktuelle Situation an höheren Bildungsinstitutionen .....	381
VI.2.2.4.2.	Implikationen durch Lebenslanges Lernen für die höhere Bildung .....	387
VI.2.2.5.	Vielfältige „Anbieter“ auf dem (Weiter-) Bildungsmarkt.....	394
VI.2.2.5.1.	Herausforderung für Hochschulen und Universitäten .....	395
VI.2.2.5.2.	Mitbewerber am (Weiter-) Bildungsmarkt.....	396
VI.2.3.	Chancen für den MINT-Bereich durch Lebenslanges Lernen .....	399
VI.3.	Details zum E-Learning-Prototyp „Technische Informatik Online“ .....	400
VI.3.1.	XML4TIO .....	400
VI.3.1.1.	Umfang an Auszeichnungselementen .....	400
VI.3.1.2.	XML4TIO – die XSD-Spezifikation .....	401
VI.3.2.	Visuelle Eindrücke der entwickelten Webanwendungen .....	413
VI.3.2.1.	TIOWA .....	413
VI.3.2.2.	TIO-ILIAS .....	415
VI.3.2.3.	E-Learning-Enrichment-Tools .....	416
VI.3.3.	Poster über die technischen Neuerungen der TIO-E-Learning-Plattform .....	418
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>		<b>419</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>		<b>421</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>		<b>423</b>

## I. Einleitung

Zu Beginn des 21. Jahrhunderts steht die europäische Industrie neuen Herausforderungen gegenüber, deren adäquate Lösung das Fortbestehen der ingenieurtechnischen Innovationskraft und Marktvorherrschaft sowie die Sicherung des Wohlstands prägnant beeinflussen können. Dabei müssen deutsche Technologiekonzerne, laut eigener Aussage, dem Problem des „Fachkräftemangels“ Rechnung tragen und ihren Bedarf an gut ausgebildeten Ingenieuren zeitnah decken. Um dem zu beobachtenden stetigen technologischen und gesellschaftlichen Wandel gerecht zu werden, sind Aus- und Weiterbildungsprogramme erforderlich, die Studierenden<sup>1</sup> und/oder Mitarbeitern in Universitäten und Unternehmen eine zielgerichtete und effektive Aneignung von (Fach-) Qualifikationen ermöglichen. Allerdings existieren derartige elektronische Bildungssysteme derzeit nur theoretisch oder in Form isolierter Insellösungen, was dem primären Interesse von Wirtschaft und Politik, eine flächendeckende Implementierung derartiger Aus- und Weiterbildungssysteme schnellstmöglich sicherzustellen, entgegensteht.

### I.1. Motivation und Zielsetzung der Arbeit

Die überwiegend digitalisierte Informationsgesellschaft nutzt für die (berufsbegleitende) Aus- und Weiterbildung zunehmend die Vorteile des Internets. So stützen sich heutige Lösungen im Bildungssektor auf „elektronisch unterstütztes Lernen“, kurz „**E-Learning**“ oder auf „**Blended E-Learning**“ (integriertes Lernen), das auf einer Kombination von interaktivem Lernen und klassischem Präsenzunterricht basiert. Spezielle Blended-Learning-Systeme eröffnen dabei verschiedenste Möglichkeiten, die vor allem dem **MINT-Bereich** einen deutlichen Mehrwert in der Ausbildung bieten können, sofern diese sinnvoll umgesetzt sind. Dies können z.B. alternative, multimediale Darstellungen wie Graphiken, Animationen und Simulationen sein oder aber Remote-Access-Zugriff zur verteilten Nutzung von Laborressourcen, Web 2.0 oder Social-Software-Elemente für Gruppenarbeit, Kommunikation und selbständige Problemlösung, etc. Insbesondere bietet sich durch die elektronische Verfügbarkeit von Inhalten und die interaktive Bearbeitung von Lernmaterialien die Möglichkeit, auf Veränderungsprozesse in der Gesellschaft einzugehen, die sowohl die äußeren Voraussetzungen bzgl. Medien, Orte und Zeiten (Unabhängigkeit von Ort und Zeit, Teilzeit, berufsbegleitende Aus- und Weiterbildung, etc.), als auch die inhärenten Bedingungen wie Lerntempo, Motivation und Leistungskontrolle der Lerner, bzw. Studierenden, betreffen.<sup>2</sup> Zusätzlich erfordern veränderte gesellschaftliche Rahmenbedingungen ein neues Verständnis der individuellen Ausbildung.

---

<sup>1</sup> Im Sinne einer besseren Lesbarkeit wurde im Singular entweder die männliche oder weibliche Form von Personen bezogenen Hauptwörtern – wie Studentin, Lerner, etc. – gewählt. Falls eine Unterscheidung semantisch notwendig war, wurde dies explizit vermerkt. Keinesfalls soll diese Vereinfachung eine Benachteiligung des jeweils anderen Geschlechts implizieren. Frauen und Männer mögen sich von der vorliegenden Arbeit gleichermaßen angesprochen fühlen.

<sup>2</sup> Vgl. Niegemann et al. 2004 und Rey 2009

Unter dem Begriff „**Lebenslanges Lernen**“ (LLL) wird heute ein Ansatz beschrieben, der davon ausgeht, dass die eigene Bildungsbiographie nicht mit dem Erwerb einer (ersten) Berufsausbildung oder einem Universitätsabschluss endet, sondern das ganze Leben weitergeführt wird. Dadurch kann die Erstausbildung in vielen Fällen verkürzt werden, da nicht mehr „auf Vorrat gelernt werden muss“, sondern die notwendige Weiterbildung berufsbegleitend, als sog. „quartäre Bildung“, erfolgen kann. Vor dem Hintergrund berufsbegleitender Weiterbildungsmaßnahmen mit einem solchen Ansatz ist es möglich, stärker auf die Bedürfnisse der Lerner (Teilzeitstudium) und ihrer Arbeitgeber (gezielte, projektbezogene Qualifikation der Mitarbeiter) einzugehen.<sup>3</sup> Eine reale Umsetzung des Paradigmas des Lebenslangen Lernens war bislang schwierig, da keine geeigneten Mittel zur Verfügung standen, um z.B. die erforderliche Flexibilität der Ausbildung innerhalb der Bildungsinstitutionen abzubilden.

Dies hat sich allerdings durch die technischen Neuerungen sowie die breite Akzeptanz des Internets und des E-Learnings geändert – wichtige Facetten des Lebenslangen Lernens können durch E-Learning-Angebote realisiert werden. Solche speziellen **Blended E-Learning-Systeme für MINT-Disziplinen im Kontext des Lebenslangen Lernens** müssen dazu vielschichtige Anforderungen hinsichtlich der technischen Ausrichtung der Inhalte und der involvierten Zielgruppen berücksichtigen, die im Rahmen des Lebenslangen Lernens Teil der Lehr- und Lernprozesse sind. Waren bislang nur „Ausbilder“ und „Lerner“ involviert, sind beim Lebenslangen Lernen auch „Unternehmen“ beteiligt, wobei jede Gruppe eigene und/oder spezielle Anforderungen an Ausbildung und Inhalte stellt. Universitäten versuchen hierbei, ihre Strukturen und Inhalte hinsichtlich der Bedürfnisse der veränderten Lernnachfrage anzupassen: Weg von der reinen Erstausbildung, hin zum lebenslangen, berufsbegleitenden Lernen. Unternehmen beginnen, enger mit den Universitäten zusammenzuarbeiten, um die Ausbildungscurricula entsprechend anzupassen und Projekte einzubeziehen, die einen Bezug zu realen Problemen aufweisen. Lerner wiederum beginnen, ihre „Ausbildung“ als lebenslang begleitenden Prozess zu verstehen.<sup>4</sup>

Die oben angedeutete Verknüpfung von Blended E-Learning-Angeboten mit dem Paradigma des Lebenslangen Lernens ist in deutschen Universitäten (und in MINT-Disziplinen) bislang aber noch keine Realität. Deshalb ist die Entwicklung eines **Rahmenwerks** wichtig, das die technischen Rahmenbedingungen eines solchen E-Learning-Software-Systems klärt. Denn eine darauf basierende Software-Plattform eröffnet vielfältige Möglichkeiten, übergreifende und zielführende Weiterbildungspartnerschaften von Hochschulen und Wirtschaft zu schließen und so dem erwarteten Fachkräftemangel entgegenzuwirken. Die Kombination aus Blended E-Learning und LLL bietet die Chance, gezielte Weiterbildungsmaßnahmen zu

---

<sup>3</sup> Vgl. Meyer-Guckel et al. 2008

<sup>4</sup> Vgl. Möller, Sitzmann 2012, S. 193f



schaffen, die Vorkenntnisse gemäß den Europäischen (EQF) und nationalen Qualifikationsrahmen (NQF) anrechnen und damit berufsbegleitende (Aufbau- bzw. Weiterqualifizierungs-) Studiengänge sinnvoll machen. Zusätzlich können Partnerschaften in Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen die Entwicklung praktischer und/oder forschungsrelevanter Inhalte unterstützen, Finanzierungsprobleme lösen sowie Studienabschlüsse an Hochschulen wie Bachelor und Master berufsbegleitend erreicht und die Motivation während des Studiums, bzw. der Weiterbildungsmaßnahme, gesteigert werden. Im Vergleich zu privaten und rein firmeninternen Lehrinstitutionen sind Universitäten nach wie vor der Ort für Forschung und Lehre und zugleich der Motor für Innovation.

## **I.2. Forschungsansatz und Betrachtungsperspektiven**

Der bildungs- und wirtschaftspolitische Diskurs sowohl zu den Themen „Fachkräftemangel“, „Zuwanderung von Fachkräften“, „Arbeitslosigkeit“, „Euro- und Wirtschaftskrise“, „Erhalt des Wohlstands in Deutschland“, dem Schlagwort „Lebenslanges Lernen“ als Universallösungsvorschlag, als auch den Trendbegriffen „E-Learning“ und „Förderung des MINT-Nachwuchses“ könnte kaum diffuser sein. Allerdings führen die auf politischer Ebene geführten Diskussionen oft zu Konfusion in der öffentlichen Wahrnehmung, da bei der Verbreitung Hintergrundinformationen oftmals nur unvollständig kommuniziert werden oder der wissenschaftliche Hintergrund ganz fehlt.

Die vorliegende Arbeit nimmt den oben angegebenen Diskurs auf und überführt ihn in den technischen Kontext, der auf die konkrete Machbarkeit abzielt. Es wird die Fragestellung untersucht, *welche speziellen Anforderungen an Blended E-Learning im MINT-Bereich gestellt werden und wie diese im Kontext des Lebenslangen Lernens mit den Bedürfnissen verschiedener Zielgruppen in Einklang gebracht werden können*. Die Zielsetzung ist die Entwicklung eines Rahmenwerks, das neben den notwendigen Hintergrundinformationen konkrete Handlungsempfehlungen für die Entwicklung derartiger (Software-) Lösungen bietet. Zudem werden die jeweils vorgestellten Konzepte in Form von Software-Prototypen implementiert.

Zur Durchführung von elektronisch unterstützten (Weiter-) Bildungsmaßnahmen kommen heute nahezu ausschließlich webbasierte Softwareanwendungen (wie Moodle, Ilias, Olat oder Stud.IP) zum Einsatz, d.h. die Anwendungen laufen im Webbrowser ab. Zwar entstehen durch die serverbasierte Auslieferung von Anwendung und Lerninhalten Vorteile, wie z.B. eine einfache Updatemöglichkeit, überwiegende Plattformunabhängigkeit oder die Unterstützung von mobilen Endgeräten wie Smartphones oder Tablet-PCs. Im Umkehrschluss sind aber auch fundierte Technologiekenntnisse und agile Softwareentwicklungsstrategien notwendig, um Auswirkungen des Wandels von Webtechniken/-standards berücksichtigen zu

können, die im E-Learning-Sektor immense Auswirkungen auf verwendbare Dateiformate der (multimedialen) Lerninhalte haben. Daher erscheint die von dieser Ausarbeitung gewählte gezielte Fokussierung auf die Klärung von technischen Rahmenbedingungen und die konkrete Erprobung sich daraus ergebender softwaretechnischer Möglichkeiten als sinnvoll.

Die methodische Vorgehensweise dieser Arbeit orientiert sich aufgrund der primären Betrachtung der technischen Machbarkeit an gängigen Verfahren der Softwareentwicklung: Basierend auf einer verbalen Anforderungsbeschreibung wird zunächst ein Konzept und daran anschließend eine Spezifikation erstellt, die als Anleitung zur konkreten Implementierung herangezogen wird. D.h., dass die Fragestellung dieser Arbeit nacheinander von zwei Perspektiven aus betrachtet wird: *Im ersten Schritt* (Kapitel III) werden Anforderungen und Eigenschaften von Blended Learning, Lebenslangem Lernen und von MINT-Disziplinen gesammelt und daraus ein theoretisches Konzept für eine Softwarelösung zur Durchführung des E-Learnings entwickelt. Dieses Konzept wird durch vielfältige innovative Szenarien und Methoden für die elektronisch unterstützte Aus- und Weiterbildung angereichert. *Im zweiten Schritt* (Kapitel IV) wird dieses Konzept zur Grundlage einer Softwarespezifikation, die als Regelwerk für eine prototypische Implementierung dient. Die so entstehende praktische Umsetzung einer E-Learning-Software (teilweise im Rahmen des Projekts VHN-TIO<sup>5</sup>) zeigt verwendete Techniken und Best-Practice-Lösungen auf, bietet aber auch die Möglichkeit, Herausforderungen und Chancen bei der Realisierung einer solchen E-Learning-Anwendung zu erkennen und zu bewerten. Nach einer abschließenden Diskussion der Ergebnisse (Kapitel V), ergeben beide Betrachtungsweisen – die theoretisch-konzeptionelle und die praktische – zusammen das *Rahmenwerk für die Umsetzung von zielgruppenorientiertem Blended E-Learning im MINT-Bereich im Kontext des Lebenslangen Lernens*.

### **I.3. Aufbau der Arbeit**

Die Erstellung des zuvor genannten Rahmenwerks erfolgt aus der Sicht der Informatik. D.h., der Fokus liegt neben der Erstellung von Konzepten primär auf der Anwendung von Web-techniken und Methoden der Softwareentwicklung. Dazu ist es zunächst notwendig, eine kurze Einführung in die gewünschten Eigenschaften der entstehenden Software – anhand der Klärung der Schlagwörter "MINT-Bereich", "Blended Learning", "Lebenslanges Lernen", etc. – zu geben. Dies geschieht kurz in Teil II. Darin wird im *ersten Abschnitt* zunächst auf die Heterogenität des Begriffs MINT eingegangen und eine Abgrenzung für die Verwendung in dieser Arbeit angegeben. Daran anschließend zeigt der *zweite Abschnitt* Eigenschaften, Trends und Umsetzungsmöglichkeiten von Blended Learning. Der *dritte Abschnitt* beschäftigt sich mit einigen Grundlagen von Webanwendungen, die im späteren Verlauf als software-

---

<sup>5</sup> Vgl. Kapitel IV. Weitere Informationen zum Projekt VHN-TIO auch unter <http://www.ti-online.org/>

technische Basis der hier vorgestellten Konzepte herangezogen werden sollen. Schließlich beschreibt der *vierte Abschnitt* knapp das Paradigma des Lebenslangen Lernens und wie dessen relevante und wünschenswerte Eigenschaften mithilfe des E-Learnings in einer Softwareanwendung realisiert werden können.

Einen der beiden Hauptteile der Arbeit stellt Kapitel **III** dar, in dem das theoretische Konzept zur Erstellung einer zielgruppenorientierten Blended E-Learning-Lösung für den MINT-Bereich im Kontext des Lebenslangen Lernens beschrieben wird. Dieser Teil ist in elf Unterkapitel gegliedert, welche die Entwicklung des Blended E-Learning-Konzepts in der Reihenfolge beschreiben, die bei einer realen Umsetzung gemäß eines Projektmanagement geleiteten Ansatzes gewählt werden würde.

Dazu werden im *zweiten Abschnitt* die konkreten Anforderungen an die Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich sowie die Wünsche von Unternehmen an Absolventen derartiger Programme beschrieben, aus der im Folgenden die Eigenschaften an die Ausbildung mittels E-Learning formuliert werden. Dies ergibt die Eckpunkte des Rahmenwerks.

Diese Anforderungsliste umfasst das thematische Feld für eine Literaturrecherche, um den Stand des Wissens zur konkreten Entwicklung von E-Learning im MINT-Bereich zu dokumentieren (*dritter Abschnitt*). So entsteht ein Rundumblick auf thematisch ähnliche Projekte, der es ermöglicht, von den dort gesammelten Erfahrungen zu profitieren und diese für Konzept- und Technologie-Entscheidungen im Rahmen dieses Rahmenwerks nutzbar zu machen.

Der *vierte Abschnitt* beantwortet die wichtige Frage, welche Zielgruppen beim zukünftigen E-Learning zu erwarten sind. Konkret werden in diesem Kontext die Anwender/Lerner, Anbieter/Dozenten und Unternehmen vorgestellt und deren Anforderungen bzgl. der elektronischen Ausbildungsplattform diskutiert.

Daran anschließend beschreibt der *fünfte Teil* einige Ergänzungen, welche die Ausgestaltung des Lebenslangen Lernens durch E-Learning erfordern, insbesondere werden innovative Lernszenarien (für mobile Technologien) erarbeitet.

Die Lernmodelle, die didaktische Planung und die Umsetzung von Lernmaterialien für E-Learning im MINT-Bereich werden im *sechsten Abschnitt* beschrieben. Dabei werden aktuelle Trends aus angrenzenden Fachgebieten so kombiniert, dass innovative digitale Lernunterlagen entstehen, die nicht nur die Anforderungen der o.a. Zielgruppen erfüllen, sondern auch den allgemeinen Ansprüchen an Lehrmaterial entsprechen.

*Abschnitt sieben* stellt, bezogen auf die Techniken und die Umsetzung, die zu entwickelnden Softwareteile vor. Dabei wird ein struktureller Überblick über das Gesamtsystem, die Serverstruktur, verwendbare modulare E-Learning-Systeme, die Erstellung und Speicherung von Inhalten mit dem Single-Source-Publishing-Ansatz, die automatisierte Konvertierung von Lerninhalten und die Auslieferung der Inhalte für heterogene (vor allem mobile) Endgeräte

gegeben. Dies geschieht anhand eines Vergleichs von aktuellen E-Learning-Techniken und wie diese im Hinblick einer konkreten Implementierung einzusetzen sind.

Daran anschließend werden in *Abschnitt acht* Softwaretools zur Bereicherung/Unterstützung des E-Learnings in MINT-Disziplinen („E-Learning-Enrichment-Tools“) konzeptionell erarbeitet, die sich aus den zuvor vorgestellten Lernszenarien und Techniken ergeben.

Der *neunte Abschnitt* beschreibt Schnittstellen zwischen Unternehmen und Aus- und Weiterbildungsinstitutionen, die bei der Berücksichtigung der Anforderungen aller Zielgruppen notwendig werden. Dabei wird insbesondere auf die notwendigen softwaretechnischen Ergänzungen des E-Learning-Systems eingegangen.

Abgeschlossen wird Kapitel III in *Abschnitt zehn* mit einer Beschreibung der Maßnahmen zur Sicherung von Qualität und Nachhaltigkeit in E-Learning-Projekten/-Softwaresystemen sowie einer Diskussion der Ergebnisse des Rahmenwerks in *Abschnitt elf*.

Die praktische Umsetzung des konzeptuellen Entwurfs der E-Learning-Software wird in Teil IV, dem zweiten Hauptteil dieser Arbeit, angegeben. Hierbei handelt es sich um die Beschreibung einer softwaretechnischen Implementierung des Konzepts in Form eines E-Learning-Prototyps. Der Prototyp entstand teilweise im Rahmen des Projekts TIO („Technische Informatik Online“) und stellt eine vollständige E-Learning-Plattform mit integriertem Autorensystem und Single-Source-Publishing-Ansatz für die Technische Informatik dar. Die *ersten beiden Abschnitte* dieses Kapitels stellen das Projekt VHN-TIO vor und beschreiben dann die technische Gestaltung der E-Learning-Software und deren Implementierung. Besondere Aufmerksamkeit ist dem *dritten Abschnitt* zu schenken, da hier die in Teil III konzeptionell vorgestellten innovativen Lernszenarien und Softwarewerkzeuge zur Unterstützung des E-Learnings in der Technischen Informatik als konkrete Prototypen dargestellt werden. Der *vierte Abschnitt* dieses Kapitels schließt mit einer Diskussion der softwaretechnischen Realisierungen und einem Vergleich mit den zuvor theoretisch vorgestellten Konzepten.

Teil V liefert in einer abschließenden Diskussion die Zusammenfassung der Arbeit und führt dabei das Konzept der E-Learning-Software aus Teil III mit der konkreten Umsetzung aus Teil IV zusammen. Die Betrachtung führt, ausgehend von einer allgemeinen Einordnung der Arbeit in das Themenfeld „technische Unterstützung der Aus- und Weiterbildung“, über Erfahrungen mit der Entwicklung des Prototyps bis hin zur Auswertung, wie das theoretische Konzept in Bezug darauf zu bewerten ist und welche Erweiterungen ggf. notwendig werden könnten. Das Kapitel schließt mit einem Ausblick auf zukünftige Trends im E-Learning und gibt konkrete Vorschläge für sich daraus ergebende Forschungsansätze.

Das VI. Kapitel bildet den Anhang. Hier sind ergänzende Informationen zum besseren Verständnis der Arbeit angegeben. Sofern für einen Abschnitt weiterführende Informationen im Anhang vorhanden sind, wurde dies an entsprechender Stelle explizit vermerkt.

## II. Blended Learning im Kontext von MINT und Lebenslangem Lernen

Als Grundlage für die Ausgestaltung einer Blended E-Learning-Softwarelösung, wie oben grob beschrieben, die die Eckpunkte von MINT und Lebenslangem Lernen berücksichtigt, liefert dieser Abschnitt eine kurze Einführung in alle relevanten Begriffe. Da die involvierten Themengebiete überwiegend durch Schlagworte („E-Learning“, „Lebenslanges Lernen“, etc.) beschrieben werden, deren genaue Bedeutung je nach Betrachtungsweise variieren kann, liegt der Fokus der Ausführungen des folgenden Kapitels auf Kurzdefinitionen, der Klärung des jeweiligen Standes der Forschung und einer Abgrenzung der Begrifflichkeiten, damit die Bedeutungen dieser in der folgenden Arbeit eindeutig sind. Vielfältige Hintergrundinformationen, sowohl über E-Learning als auch Lebenslanges Lernen, sind zudem im Anhang in Teil VI zu finden und Verweise an entsprechender Stelle umfangreich gesetzt.

### II.1. Besonderheiten von MINT-Disziplinen im E-Learning-Kontext

Der Terminus „MINT“ ist ein Initialwort aus den Begriffen „Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik“. Wird also von MINT, dem **MINT-Bereich** oder von MINT-Disziplinen gesprochen, ist damit eine Zusammenfassung der wissenschaftlichen Fachdisziplinen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft (Biologie, Chemie, Physik) und Technik gemeint.<sup>6</sup> Somit kann einerseits von einer großen Heterogenität der Themen ausgegangen werden, die im Fokus einer MINT-spezifischen inhaltlichen Diskussion stehen, was es andererseits im Rahmen dieser Arbeit äußerst kompliziert macht, „die *eine* übergreifende Blended E-Learning-Lösung für den MINT-Bereich“ zu finden. Denn was bei der elektronisch unterstützten Ausbildung, z.B. für Biologie, eine richtige Strategie sein kann, muss für Mathematik oder Informatik noch lange nicht zutreffen. Im Kontext der Entwicklung einer konkreten Softwareanwendung für den MINT-Bereich soll daher eine Vereinfachung gelten. Denn natürlich können nicht alle für E-Learning relevanten Facetten (Didaktik, Inhalte und Technik) einer jeden fachlichen Disziplin beleuchtet werden, um daraus genaue Anforderungen zu entwickeln. Wohl aber können abstrahierte Kategorien und Gruppen von Eigenschaften definiert werden, die den Anforderungen von den meisten MINT-Disziplinen im Allgemeinen genügen werden – spezielle Anforderungen bleiben davon unberührt und können ergänzt werden, sofern eine Lösung für eine spezielle Disziplin angestrebt wird. Im Hinblick auf die gezielte Ausrichtung dieser Arbeit, die technische Umsetzbarkeit konkret zu ergründen, beziehen sich diese Eigenschaften und Anforderungen an E-Learning natürlich überwiegend auf Technolo-

---

<sup>6</sup> <http://www.mintzukunftschaften.de> und <http://www.komm-mach-mint.de>, abgerufen am 27.08.2012

gien und deren Möglichkeiten, bzw. Restriktionen.<sup>7</sup> Im Konkreten wird eine Anforderungsliste zu erstellen sein, aus der für die Entwickler einer E-Learning-Software erkennbar ist, welche Prämissen aufgrund der speziellen Disziplin (für die ein elektronisch unterstütztes Ausbildungsprogramm entwickelt werden soll) gelten. D.h. wie die für das Fach gewünschten oder notwendigen inhaltlichen und didaktischen Mittel in die digitale Welt überführt werden können – denn diese gilt es softwaretechnisch auszugestalten und abzubilden. Beispielsweise könnte eine Forderung sein, dass alle notwendigen Symbole und Zeichen in den digitalen Lerninhalten problemlos darstellbar sind (z.B. mathematische Formeln, griechische Zeichen, hoch-tiefgestellte Werte, etc.). Aus dieser „selbstverständlichen und einfachen Forderung“ von Lehrenden aus Disziplinen des MINT-Bereichs ergeben sich für die E-Learning-Umsetzung unterschiedliche Konsequenzen: So muss sichergestellt werden, dass die Inhalte systemkonform erstellt und verlustfrei gespeichert werden können sowie die Ausgabe für unterschiedliche Nutzer problemlos möglich ist. Es ergeben sich also durch die Wahl der fachlichen Ausrichtung (hier allgemeiner: MINT-Disziplinen) **Anforderungen an die Inhalte** (vgl. II.2.3) und an die **technischen Eigenschaften des Systems** (vgl. II.2.4). Diese werden in Teil III bei der Entwicklung des Konzepts der E-Learning-Anwendung detailliert vorgestellt.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass der Begriff MINT eine Fächerkombination mit stark heterogenen Anforderungen an die elektronisch unterstützte Aus- und Weiterbildung beschreibt. Ist im folgenden Verlauf der Arbeit von den „Anforderungen des MINT-Bereichs“ die Rede, ist damit eine Zusammenfassung allgemeiner Anforderungen an E-Learning aller MINT-Disziplinen gemeint. Diese Verallgemeinerung bedeutet explizit keine Beschränkung hinsichtlich anderer spezieller, möglicherweise konkurrierender, Eigenschaften, die im Zuge einer vertiefenden Anforderungsanalyse für eine konkrete MINT-Disziplin gefunden werden könnten. Für diese Arbeit ist diese Verallgemeinerung allerdings notwendig, um einen technischen (Mindest-) Rahmen für die Realisierung einer innovativen Blended E-Learning-Anwendung, sowohl konzeptionell, als auch konkret in Form eines Prototyps, angeben zu können (vgl. IV.2).

## II.2. Einführung in Blended E-Learning

Dieser Abschnitt bietet eine kurze Einführung in die für diese Arbeit relevanten Themengebiete „E-Learning“, „Blended Learning“, „Mobile Learning“ und zugehörige technische Grundlagen.

---

<sup>7</sup> Vgl. dazu auch VI.1.3

### II.2.1. Was ist Blended E-Learning?

Die Durchdringung des täglichen Lebens mit Computern und dem Internet hat u.a. zur Folge, dass viele Begriffe um das Präfix „e“ erweitert wurden – „e“ steht dabei für „electronic“. Auf diese Weise wird im Allgemeinen die Kombination des ursprünglichen Themengebiets mit den Möglichkeiten der IT verstanden. So entstand im Bildungssektor der Begriff „E-Learning“, der das „elektronisch unterstützte Lernen“ umschreibt.<sup>8</sup>

*Definition E-Learning:* E-Learning ist die elektronische Unterstützung des Lernens, wobei im Hinblick auf die Umsetzung damit insbesondere die spezielle didaktische Aufbereitung und Erstellung von Lerninhalten für die Auslieferung auf elektronischen Medien und die zugrunde liegenden – jeweils aktuellen – (software-) technischen Plattformen gemeint ist.<sup>9</sup>

Analog zum Entwicklungsstand der Technik erfuhr E-Learning im Laufe der Zeit unterschiedliche Ausprägungen und Umsetzungen. Ein Überblick über die geschichtliche Entwicklung des Begriffs ist im Anhang im Abschnitt VI.1.1.1.2 beigefügt. Heute sind mit E-Learning zumeist interaktive Webanwendungen gemeint, die Lerninhalte über den Webbrowser zur Verfügung stellen und viele weitere Features zeitgenössischer Anwendungen und Kommunikationswerkzeuge bieten.

In der Praxis ergeben sich durch den Einsatz von E-Learning in der Aus- und Weiterbildung verschiedene Vor- und Nachteile. Die nachfolgende Tabelle 1 liefert eine Übersicht über entstehende **Vorteile**, bezogen sowohl auf den Lerner als auch den Anbieter.

Vorteile des E-Learnings...	
Für Lernende	Für Anbieter (Institutionen oder Provider)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• „die flexible Organisation des Lernprozesses in Bezug auf Lernort, Lernzeiten, Lerndauer, Lernweg und Lerninhalte; [Just-in-time-Learning]“</li> <li>• die Lernmotivation durch attraktive Multimediapräsentationen oder spielerische Lernszenarien steigern;</li> <li>• die kognitiv "einleuchtende" Darstellung komplizierter Lerngegenstände durch Visualisierungen, Animationen und Simulationen;</li> <li>• das Bereitstellen wirklichkeitsnaher, interaktiver Übungsumgebungen;</li> <li>• das Bereitstellen umfangreicher Wissensressourcen für das jeweilige Lernthema, (z.B. Glossare, Lexika, Bibliotheken, Linklisten, Literaturlisten);</li> <li>• das teamorientierte Lernen durch neue, über das Netz abgewinkelte Kommunikations- und Kooperationsszenarien.“</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „die schnelle, örtlich unbegrenzte Distribution von Lernangeboten;</li> <li>• die schnelle und kostengünstige Aktualisierung von Lerninhalten;</li> <li>• die effiziente Produktion von neuen Lerninhalten;</li> <li>• die Wieder- und Weiterverwertung von einzelnen Lerninhalten;</li> <li>• erhebliche Einsparungen bei Reisekosten und Dienstausschfall in der betrieblichen Weiterbildung.“</li> <li>• „Wissen kann schneller publiziert</li> </ul>

<sup>8</sup> Eine umfangreiche Vorstellung des Begriffs „E-Learning“ findet sich im Anhang ab Abschnitt VI.1.

<sup>9</sup> Eigene Definition. Frei nach Arnold et al. 2011, S. 18 und Niegeman et al. 2004

<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Individualisierung des Lernens: Ausbildungsziele und –schritte können vom Nutzer selbst bestimmt werden</li> <li>• Multimediale Techniken erleichtern den Zugriff auf Informationen in Datenbanken und elektronischen Bibliotheken und können zusätzliche Suchfunktionen bieten</li> <li>• Neue Formen der Telekooperation zwischen Lehrenden und Lernenden, aber auch zwischen Lernenden bzw. Lehrenden untereinander (in virtuellen Diskussionsforen oder Arbeitsgruppen) können Kreativität beim Lernen freisetzen und Expertenaustausch ermöglichen“<sup>10</sup></li> </ul>	<p>und verbreitet werden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung und Ermöglichung größerer Interdisziplinarität und Internationalität: Unterschiedlichste Fachbereiche verschiedener Länder und Universitäten können durch Tele-Learning leichter und fruchtbringender zusammen arbeiten und von-, bzw. miteinander, lernen.“</li> </ul>
--	---

**Tabelle 1: Überblick über Vorteile und Mehrwert durch E-Learning-Angebote<sup>11</sup>**

Zudem bietet sich durch E-Learning die Chance, auf die Eigenheiten der Lerner (= die Individuen im Lernprozess) einzugehen. Dies kann insbesondere in Bezug auf psychologische und erziehungswissenschaftliche Facetten, wie Didaktik, Lernart/-Stil, Lerngeschwindigkeit, etc. (vgl. VI.1.1.1.4) geschehen und helfen, die Diversität der Studierenden durch Systeme, die Interaktivität, Adaptivität und Feedback ermöglichen, entsprechend zu berücksichtigen (vgl. VI.1.1.1.5). Dass all diese Vorteile bestehen, ist unbestritten – zumindest bei idealtypischer Umsetzung der E-Learning-Lösung, welche die Anforderungen der Zielgruppen und andere zugehörige Restriktionen berücksichtigt. Dennoch ergeben sich auch beim Einsatz von E-Learning im Vergleich zu Präsenzunterricht („Face-to-Face“, auch "F2F") einige **Nachteile** oder Herausforderungen.<sup>12</sup> Als größte Kritikpunkte werden (u.a.) die Isolation der Lernenden, die fehlende soziale Interaktion mit anderen Lernenden, bzw. Lehrenden, und dadurch weniger motivationssteigernde Momente, die fehlende Möglichkeit für direkte Erklärungen, (Fach-) Diskussionen und das Nachfragen, die Kosten für die Erstellung von digitalen Lernmaterialien und Softwarelösungen<sup>13</sup> sowie die Zugangsbarrieren im Umgang mit der IT angesehen.<sup>14</sup> Eine ausführliche Diskussion der Vorteile, Nachteile und Chancen des E-Learnings findet sich im Anhang im Abschnitt VI.1.1.1.3.

Um einige dieser Probleme aufzulösen, hat sich das sog. Blended Learning etabliert: In der englischsprachigen Literatur wird Blended Learning oft als „*The Best of Both Worlds*“ bezeichnet, was den Charakter der Kombination zweier Konzepte zur Minimierung von Problemen des Gesamten unterstreicht.<sup>15</sup>

**Definition Blended Learning<sup>16</sup>:** Blended Learning ist „ein integriertes Lernkonzept, das die heute verfügbaren Möglichkeiten der Vernetzung über Internet oder Intranet in

<sup>10</sup> Vgl. <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/LERNEN/Elearning.shtml>, abgerufen am 20.06.2010

<sup>11</sup> Wache 2003, S. 3, erweitert um eigene Darstellung

<sup>12</sup> Eigene Darstellung. Vgl. dazu auch Knapper, Cropley 2000, S. 98, Wache 2003, S. 3

<sup>13</sup> Grotluschen 2003, S. 278, vgl. Kocur 2009, S. 20f

<sup>14</sup> Vgl. Wache 2003, S. 4, erweitert um eigene Darstellung

<sup>15</sup> Weitere Informationen finden sich im Anhang im Abschnitt VI.1.2.1

<sup>16</sup> Die Begriffe „Integriertes Lernen“, „Vermischtes Lernen“ und „hybride Lernarrangements“, werden im deutschsprachigen Raum synonym zu „Blended Learning“ verwendet.



Verbindung mit ‚klassischen‘ Lernmethoden und -medien in einem sinnvollen Lernarrangement optimal nutzt [... und] Lernen, Kommunizieren, Informieren und Wissensmanagement, losgelöst von Ort und Zeit in Kombination mit Erfahrungsaustausch, Rollenspiel und persönlichen Begegnungen im klassischen Präsenztraining [ermöglicht].“<sup>17</sup> Unter *Blended Learning-Systemen* sollen analog dazu Softwareumsetzungen verstanden werden, die diese unterstützen.<sup>18</sup>

Allerdings ist Blended Learning – als vermischtes Lernen – auch immer nur ein Kompromiss zwischen zwei Welten. Einen Vergleich der Unterschiede zwischen reinem E-Learning, Blended Learning und reinem Präsenzunterricht zeigt die folgende Tabelle 2 (ein ausführlicher Vergleich ist dem Anhang ab Abschnitt VI.1.2 beigelegt):

Items	Classroom	E-learning + classrom (blended learning)	100% E-learning
Efficiency on learning time	Low	Medium	High
Efficiency on cycle time	Low	Medium	High
Productivity	Negative	Positive	Positive

**Tabelle 2: Auswirkungen/Unterschiede bei Präsenzunterricht, E- und Blended Learning**<sup>19</sup>

Zusammenfassend kann aber festgehalten werden, dass die Vorteile – nämlich die Auflösung vieler der oben angegebenen Probleme des reinen E-Learnings, eine verbesserte Pädagogik, flexiblere Ausbildungsmöglichkeiten und eine verbesserte Wirtschaftlichkeit – beim Blended Learning überwiegen (vgl. VI.1.2.2) und es im Allgemeinen dem reinen E-Learning vorzuziehen ist. Im folgenden Verlauf der Arbeit werden daher unter elektronisch unterstützten Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen stets Blended Learning-Lösungen verstanden, wenn nicht explizit anders angegeben.

## II.2.2. Umsetzung von Blended E-Learning-Anwendungen

Aufgrund der Interdisziplinarität des Blended E-Learnings, erfordert die Entwicklung und Einführung eines solchen Programms, z.B. in einer Hochschule, das Betrachten unterschiedlicher Aspekte:<sup>20</sup>

- **Konzept und Anforderung:** Planung und Organisation der E-Learning-Umsetzung. Diese Phase ist geprägt von Fragen rund um Anforderungsanalysen, Konzepterstellung bzgl. Struktur, Lerninhalte und Software, Schaffung von geeigneten Rahmenbe-

<sup>17</sup> Vgl. Sauter et al. 2004, S. 68

<sup>18</sup> Vgl. Reinmann-Rothmeier 2003, S. 14

<sup>19</sup> Rosenberg 2001 in Huang 2010, S. 52

<sup>20</sup> Eine ausführliche Beschreibung dieser Aspekte und der bestehenden Abhängigkeiten ist dem Anhang ab Abschnitt VI.1.1.2 beigelegt.

dingungen und Strukturen an der Lerninstitution sowie Budgetplanung (vgl. VI.1.1.2.1).

- **Inhalt:** Konzeption und Erstellung von Lerninhalten, Gliederung der Inhalte in Lernobjekte, die den anhand des didaktischen Konzepts gewünschten Lernprozess abbilden und die Erstellung entsprechender multimedialer Elemente wie Abbildungen, Animationen, Audio/Video oder die inhaltliche Konzeption von Simulationen und anderen Tools zur Unterstützung des Lehrbetriebs (vgl. II.2.3 und VI.1.1.2.2).
- **Technik:** Auswahl, Entwicklung und/oder Konfiguration der Softwarewerkzeuge, die zur Speicherung und Ausgabe der Lerninhalte sowie zum Betrieb des Ausbildungsprogramms notwendig sind (vgl. VI.1.1.2.3).
- **Service und Verwaltung:** Während der Entwicklung der Software und der Inhalte überwiegend von Koordination und Organisation der Einzelaufgaben geprägt, danach dafür verantwortlich, einen reibungslosen und **nachhaltigen** Betrieb des Angebots zu garantieren (vgl. VI.1.1.2.4).

Es ist offensichtlich, dass E-Learning ein interdisziplinäres Forschungsfeld ist, da hier Facetten aus den Bereichen Pädagogik/Erziehungswissenschaften, Psychologie und Informatik aufeinander treffen. Daher ist im Zuge der Umsetzung einer E-Learning-Initiative eine eindeutige Klärung der Zuständigkeiten sowie unabhängiges und entscheidungsfähiges Projektmanagement unerlässlich (vgl. VI.1.1.3 und VI.1.1.3.1). Checklisten können beim Durchlaufen der einzelnen Schritte wichtige Anhaltspunkte zum Stand der Umsetzung und zur Verteilung von fachspezifischen Arbeitspaketen liefern (vgl. VI.1.1.3.2f).

Zwar werden in der allgemeinen Diskussion rund um E-Learning (fälschlicherweise) nur einzelne dieser Facetten betrachtet. Dennoch ist es für die Umsetzung eines E-Learning-Konzepts notwendig, alle diese Kategorien zu berücksichtigen, da vielfältige Abhängigkeiten zwischen ihnen bestehen. Beispielsweise erfordern spezielle Arten von multimedialen Lerninhalten eine spezielle Softwarebasis, um problemlos angezeigt werden zu können (vgl. VI.1.1.2). Somit müssen trotz der Fokussierung dieser Arbeit auf die softwaretechnische Umsetzbarkeit auch Aspekte der anderen Bereiche berücksichtigt werden.

Für die Umsetzung von E-Learning stehen bereits vielfältige Techniken und Softwarelösungen zur Verfügung, sodass die Notwendigkeit einer Eigenentwicklung stets abzuwägen ist (vgl. VI.1.1.2). In vielen Fällen können die Anforderungen an die E-Learning-Software durch bestehende (Open Source) Produkte abgedeckt werden, die ggf. noch entsprechend angepasst oder miteinander kombiniert werden müssen. Die zentrale Software ist dabei in der Regel ein

**Learning-Management-System (LMS)**<sup>21</sup> (auch Lern-Management-System, Lernplattform oder Lernumgebung), das als ein webbasiertes System zur Verwaltung von Studentendaten, Kursen und Inhalten verstanden werden kann. Lernmodule/-inhalte werden darin als Webseiten zur Verfügung gestellt, sind multimedial und verweisen auf Wunsch zu weiteren Internetquellen, oftmals sind auch Online-Tests und Übungsaufgaben integriert. Sie bieten einfache Autorentools, Evaluations- und Bewertungshilfen, Kommunikations- und Kooperationsmethoden sowie eine einfache Administration (von Lernenden, Trainern, Inhalten, Kursen, Lernfortschritten, Terminen, etc.). Durch den zumeist modularen Aufbau dieser Systeme können diese problemlos um gewünschte Funktionalitäten erweitert werden. Gängige LMS sind z.B. Moodle oder ILIAS – eine Übersicht über weitere bietet Abschnitt VI.1.1.1.8.

E-Learning-Software und die zugrunde liegenden Techniken sind einer starken Veränderung unterzogen. Bei Eigenentwicklungen und Anpassungen der Anwendungen ist daher die Einhaltung von **Standards** empfehlenswert (vgl. VI.1.1.1.7). Dies bezieht sich sowohl auf die Unterstützung gängiger Techniken und Verfahrensweisen in der Softwareentwicklung von Webanwendungen (vgl. II.3), als auch auf Berücksichtigung der Standardspeicherformate für Lerninhalte (vgl. II.2.3). Beides sind wichtige Faktoren (vgl. VI.1.1.4) für eine erfolgreiche Umsetzung einer E-Learning-Strategie und einen nachhaltigen Betrieb (vgl. VI.1.1.2.4).

Bezogen auf eine konkrete E-Learning-Lösung für eine MINT-Disziplin zeigen sich einige Besonderheiten (vgl. VI.1.3), die vor allem aus der Beschaffenheit der Lerninhalte entstehen. Denn im Vergleich zu sehr textlastigen Inhalten wie in geisteswissenschaftlichen Disziplinen, sind hier eher abstrakte und komplexe Zusammenhänge dokumentiert, die aus einer erhöhten Zahl von Abbildungen, (mathematischen) Modellen und anderen Elementen bestehen können. Technisch muss sichergestellt werden, dass diese durch die E-Learning-Software gespeichert und vor allem angezeigt werden können. Denn dies ist z.B. bei der Ausgabe von Formeln oder Symbolen über einen aktuellen Webbrowser nicht immer möglich (vgl. VI.1.3.1). Eine Übersicht über Anforderungen, die an eine E-Learning-Software für eine MINT-Disziplin gestellt werden, zeigt die nachfolgende Tabelle 3:

Anforderung	Beschreibung und Umsetzungsmöglichkeiten
<b>Softwareplattform</b> zur Unterstützung oder Gestaltung der Lehre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplettsysteme können z.B. <b>LMS</b> sein (Open Source, kommerziell oder selbstentwickelt), Beispiele für LMS vgl. VI.1.1.1.8</li> <li>• Systeme bieten in der Regel standardmäßig: Verwaltung von Kursen, Inhalten, Studieren, Social Software, etc.</li> </ul>
<b>Inhalte</b> müssen alle für den MINT-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multimediale Darstellung von Inhalten als Standard (Abbildungen, Audio, Video).</li> <li>• Inhaltstypen: Text, Sonderzeichen, mathematische Formeln und Symbole (als Text!), (ska-</li> </ul>

<sup>21</sup> Zur Abgrenzung: LMS sind angelehnt an CMS, die sog. Content-Management-Systeme. Es treten z.B. aber auch noch diese Subtypen auf: LCMS (Learning-Content-Management-Systeme), C3MS (Community-Content-Collaborative-Management-System), u.a.

Bereich relevanten Inhaltstypen ermöglichen, entsprechend gespeichert und verwaltet werden können	lerbare) Abbildungen, etc. (vgl. VI.1.3.2) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbereitung der Inhalte in Lernobjekten (LO) und Berücksichtigung alternativer Darstellungen (Vorlesungsaufzeichnungen, etc.) (vgl. VI.1.1.2.2)</li> </ul>
<b>Lernprozesse</b> individualisieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Z.B. durch Variation von Reihenfolge oder Schwierigkeitsgrad der Lernobjekte</li> <li>• Inhalte müssen als LOs vorliegen, Software muss angepasst werden</li> </ul>
<b>Lokale Geräte</b> Inhalte für lokale Browser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plattformübergreifende Darstellung der Inhalte (ohne weitere Plugins)</li> <li>• Dieses Feature ist Standard bei allen gängigen LMS</li> </ul>
<b>Mobile Geräte</b> Inhalte für mobile Browser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Noch) kein Standardfeature von LMS, muss in der Regel nachgerüstet werden</li> <li>• Inhalte über Single-Source-Publishing oder nicht vorformatiert (vgl. III.7.5)</li> </ul>
<b>Individualisierung des E-Learning-Erlebnisses</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berücksichtigung von Adaptivität/Interaktivität innerhalb des Systems oder</li> <li>• Schaffung „offener Lernumgebungen“ (vgl. VI.1.1.1.5)</li> </ul>
<b>Vernetzung, Web 2.0, kollaboratives Lernen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardfeatures des LMS nutzen oder selbst spezielle Funktionalitäten nachentwickeln</li> <li>• Z.B. E-Portfolio, vielfältige Vernetzung und Kommunikation für Kollaboration (vgl. III.5.3)</li> </ul>
<b>Übungen und Projekte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereitstellen von Übungs- oder Projektaufgaben und Möglichkeit zur Speicherung der Ergebnisse (Upload, Forum, Blog, etc.)</li> </ul>
<b>Online-Übungen und -Projekte*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuartige Tools, die direkt auf die Anwendung im Rahmen von E-Learning-Lösungen im MINT-Bereich abzielen.</li> <li>• Interaktive Übungen, Simulationen, Lernspiele, Programmvalidatoren, etc.</li> <li>• Stark individuelle Features, die selbst entwickelt werden müssen</li> </ul>
<b>Virtuelle Labore* oder Simulatoren*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Webbasierte Simulatoren zur Vertiefung der Inhalte durch „Experimentieren und Erleben“</li> <li>• Stark individuelle Features, die selbst entwickelt werden müssen</li> </ul>
<b>Remote Labs*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reales Labor, via Remote Access: Nutzen von verteilten/teuren Laborressourcen</li> <li>• Stark individuelles Feature, das selbst entwickelt werden muss</li> </ul>
* in dieser Arbeit „E-Learning-Enrichment-Tools“ genannt. Konzepte im Abschnitt III.7.7, reale Beispiele in IV.3.	

**Tabelle 3: Anforderung an Software und Technik einer E-Learning-Lösung für MINT<sup>22</sup>**

Aus didaktischer Sicht ist es für Alleinlerner im Rahmen von E-Learning zudem vor allem wichtig, dass die Inhalte selbsterklärend sind, logisch aufeinander aufbauen („roter Faden“), aber auch genügend Möglichkeiten zur „Auflockerung“ bieten und durch eine konkrete Anwendung des Gelernten aktiv beim Verstehen helfen. Dies kann z.B. durch interaktive Übungen, Tests und Simulationen geschehen, die die Inhalte visualisieren, bzw. animieren, können und so einen echten didaktischen Mehrwert leisten (vgl. VI.1.3.2).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Erstellung einer E-Learning-Lösung den Input unterschiedlicher Disziplinen erfordert und zwischen den Teilbereichen der Entwicklung wie der Erstellung von Inhalten und der Realisierung der Softwareplattform, diverse Abhängigkeiten bestehen, die berücksichtigt werden müssen. Allerdings bietet Blended Learning, durch seine Kombination von Online-Lernphasen und Präsenzunterricht sowie der Möglichkeiten durch Webtechniken, den idealen Rahmen, um MINT-spezifische Inhalte für eine flexible Aus- und Weiterbildung zu präsentieren (vgl. VI.1.4).

<sup>22</sup> Eigene Darstellung.

### II.2.3. Aufbereitung von Lerninhalten und Lernobjekten

Das Fundament von Blended E-Learning sind eigens dafür erstellte, digitale Lerninhalte. Allerdings ist es relativ aufwendig, gute Lerninhalte für E-Learning zu erstellen. Bestehende Unterlagen aus dem Präsenzunterricht können nicht übernommen werden, da sie in der Regel nicht für Alleinlerner und für die Online-Darstellung ausgelegt, aufbereitet und optimiert sind. Da bei der Erstellung viele Dinge zu berücksichtigen sind und eine etwaige Einbindung von multimedialen Elementen (die extra für diesen Zweck erstellt werden müssen), sowohl zeit- als auch kostenintensiv ist, sollten die Inhalte nicht nur für den einmaligen Einsatz erstellt werden. Um die Wiederverwendbarkeit zu erhöhen, ist einerseits die Berücksichtigung von Standards zu empfehlen, wie z.B. das SCORM- oder XML-Speicherformat für Lerninhalte (einen ausführlichen Überblick über die Standardisierung im E-Learning bietet Abschnitt VI.1.1.1.7). Andererseits sollten die Inhalte in kleine Einheiten zerlegt werden, die auch in anderen Kontexten nutzbar sind.<sup>23</sup>

Auf diese Weise entstehen die sogenannten **Lernobjekte**. Sie „kapseln Lerninhalte aller Art, um sie effizient zu speichern, wieder zu verwenden und um sie zwischen verschiedenen Lernplattformen leichter austauschen zu können“<sup>24</sup>. Sie sind also möglichst kleine und modulare Inhaltseinheiten, die sequentiell aneinandergereiht zu kompletten Kursen kombiniert werden können, aber auch einzeln abgeschlossene Einheiten darstellen.

Bei der Erstellung von E-Learning-Kursen und somit auch von Lernobjekten sollen folgende Eigenschaften eingehalten werden:<sup>25</sup>

- **Accessibility („Erreichbarkeit“); Discoverability („Auffindbarkeit“):** Soll sicherstellen, dass Lernobjekte such- und auffindbar sind (zumeist mithilfe von LMS)
- **Adaptability („Anpassbarkeit“):** Lernmaterialien/-objekte müssen von Autoren veränderbar sein, damit sie in verschiedenen Kontexten verwendet werden können
- **Affordability („Wirtschaftlichkeit“):** Steigerung der Effizienz und Produktivität durch die Berücksichtigung von Standards, Spezifikationen und Wiederverwendung von Lernmaterialien/-objekten.
- **Durability („Nachhaltigkeit“):** Möglichkeit zur Weiterverwendung von Lerninhalten/-objekten bei neuen Versionen von LMS oder anderer verwendeter Software
- **Interoperability („Austauschbarkeit“, „Kompatibilität“, „System- und Plattformunabhängigkeit“):** Lerninhalte/-objekte sollen plattformunabhängig und mög-

---

<sup>23</sup> <http://ltsc.ieee.org/wg12/par1484-12-1.html>, abgerufen am 18.09.2011

<sup>24</sup> Pankratius et al. 2005, S. 1

<sup>25</sup> Montandon 2006, S. 4f, vgl. Ehlers 2003, S. 131f, Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Lernobjekt.>, abgerufen am 09.10.2012

lichst auch mit verschiedenen LMS verwendet werden können – bei Berücksichtigung von Standards.

- **Reusability („Wiederverwendbarkeit“):** Lerninhalte/-objekte sollen problemlos wiederverwendet werden können
- **Extensibility („Erweiterbarkeit“):** Möglichkeit zur problemlosen Erweiterung von bestehenden Lerninhalten/-objekten ohne weitere notwendige Software
- **Flexibility („Flexibilität bei der Gestaltung“):** Standards sollen weder technisches noch didaktisches Kursdesign einschränken
- **Manageability („Handhabbarkeit“):** Mit LMS gesammelte Daten bzgl. Lernenden, Lernleistungen oder Kursinhalten sollen nach einem Wechsel des LMS immer noch zur Verfügung stehen.

Inwieweit sich diese Lernobjekte einfach verändern, aktualisieren oder wiederverwenden lassen, hängt in der Praxis vom verwendeten Autorenwerkzeug ab (vgl. III.7.5.3) und davon, ob bei der Erstellung und Speicherung Standards berücksichtigt wurden (vgl. VI.1.1.1.7).

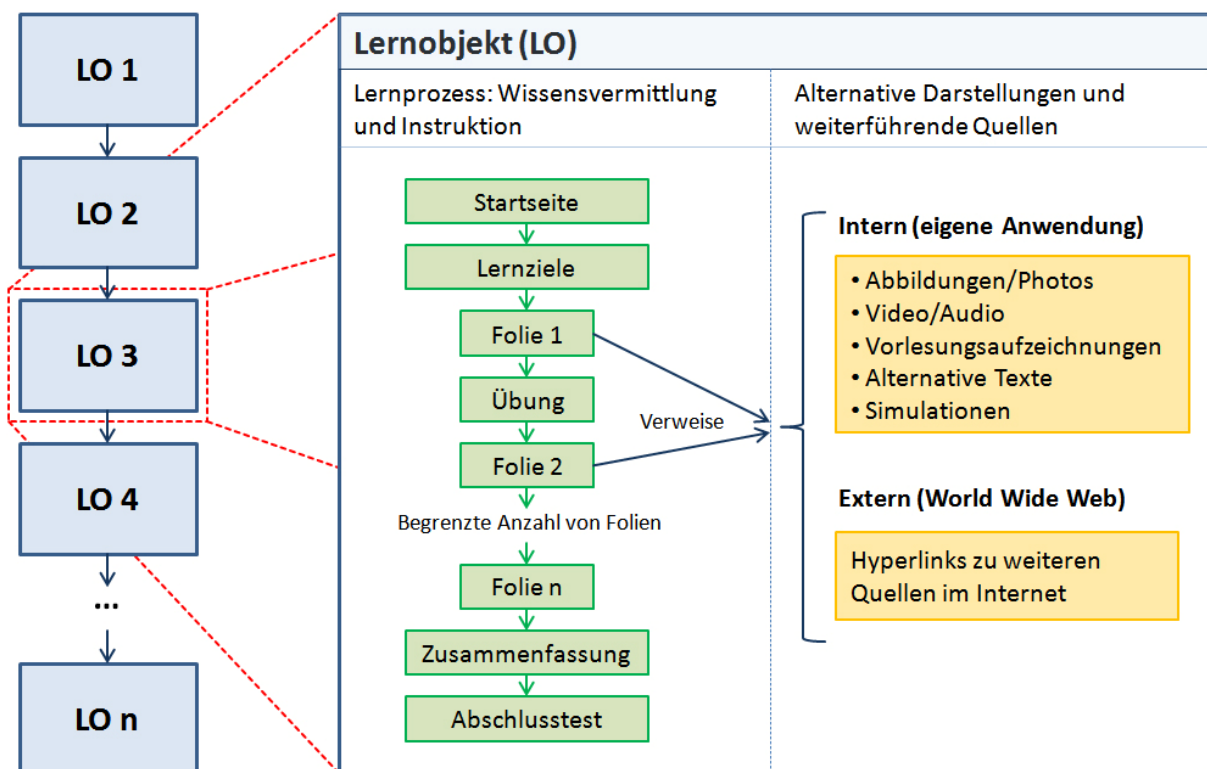


Abbildung 1: Aufbau eines Lernobjekts und Einbettung in den Lernprozess<sup>26</sup>

Innerhalb eines Lernobjekts ist in der Regel eine „Lektion“ des Gesamtkurses abgebildet. Darin kann der **Lernprozess**, also der Ablauf aller Lernvorgänge, die bei der Auseinanderset-

<sup>26</sup> Eigene Darstellung.

zung mit den Lerninhalten auftreten, im Sinne des selbst entwickelten, didaktischen Konzepts gesteuert oder beeinflusst werden, z.B. durch die Variation der Reihenfolge, die Auseinandersetzung mit bestimmten Facetten des Lernens, das Bearbeiten von Tests, die Sammlung von Feedback oder andere Mittel zur Beschäftigung mit dem eigenen Lernen, etc. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für die Anordnung von Inhalten in einem Lernobjekt.

Lerninhalte können dabei durch vielfältige Techniken angereichert und aufgewertet werden. In Fächern mit abstrakten Inhalten, wie in MINT-Disziplinen, können dies z.B. „*alternative Darstellungen*“ sein, die im Grunde einfach eine andere Repräsentation der gleichen Inhalte sind, das Verständnis aber deutlich steigern können. Insbesondere seien hier die Stärken einer **multimedialen** Aufbereitung angesprochen, die erst durch die elektronische Auslieferung der Lerninhalte ermöglicht werden. Dabei reicht die Spanne von Abbildungen, über Video- und Audio-Darstellung oder Animationen und Simulationen. Die vielfältigen Möglichkeiten der Inhaltsgestaltung sind detailliert im Abschnitt III.6 beschrieben.

Für die Erstellung der Inhalte sind unterschiedliche Qualifikationen notwendig. Einerseits sind dies zunächst natürlich die *fachlichen Kompetenzen*, die im MINT-Bereich z.B. aus den Bereichen Chemie, Physik, Biologie, Mathematik oder Informatik stammen können. Zudem sollte die Abfolge der Inhalte einem didaktischen „roten Faden“ folgen, was, neben dem Autor/Dozenten, z.B. durch einen „*Instruktionsdesigner*“ oder auch „*didaktischer Designer*“ unterstützt werden kann. Andererseits müssen diese „Rohinhalte“ dann in die richtige Form für die Präsentation im Internet gebracht werden. Vor allem beim Einsatz von multimedialen Elementen sind hier Profikenntnisse von *Mediengestaltern* und *Informatikern* gefragt. Dies gilt umso mehr, da die E-Learning-Software diese Inhalte dann auch darstellen können muss. Eine Absprache der Bereiche „Erstellung der Inhalte“ und „Erstellung der E-Learning-Software“ ist daher unerlässlich, da die Inhalte gemäß des technisch Möglichen und Notwendigen angefertigt werden müssen. Ggf. können auch Autorenwerkzeuge für die Eingabe der Inhalte bereitgestellt werden (vgl. Single-Source-Publishing, VI.1.1.1.7), damit sichergestellt ist, dass diese im richtigen Format vorliegen, um von der E-Learning-Anwendung gespeichert und schließlich in Webbrowsern von lokalen/stationären und mobilen Endgeräten angezeigt werden zu können.

#### **II.2.4. Mobile Learning und andere E-Learning-Techniken**

Da der bereits vorgestellte Begriff des „klassischen“ E-Learnings zu großen Teilen an vorherrschende technische Möglichkeiten gebunden ist, die sich naturgemäß in einem stetigen Wandel befinden, ist es offensichtlich, dass auch die zugehörigen hardware- sowie softwaretechnischen Ausprägungen und Umsetzungen nicht fixiert sein können. So entstehen in kur-

zen Abständen neue und veränderte Varianten und Trends, die das elektronische Lernen beeinflussen. Die derzeit am meisten diskutierten sollen hier kurz vorgestellt werden. Die Liste ist aus oben angegebenen Gründen nicht endgültig oder abgeschlossen, sondern einer fortwährenden Veränderung unterworfen. Eine ausführliche Beschreibung bietet der Anhang in Abschnitt VI.1.1.1.6.

## M-Learning

*M-Learning* ist eine Abkürzung für den Begriff **Mobile Learning**. Darunter versteht man heute das „Lernen, das stattfindet, wenn Lerner die Vorteile der Lernmöglichkeiten nutzen, die durch mobile Technologien geboten werden“<sup>27</sup>. In der Regel handelt es sich dabei um die Auslieferung der Inhalte auf einem mobilen Endgerät, wie z.B.<sup>28</sup>

- Mobiltelefone (Ältere Generationen mit WAP-Internet)
- **Smartphones** (Apple iPhone, Android-OS-Geräte, Symbian OS, Windows-Mobile-OS-Geräte, Blackberry, etc.)
- PDAs
- Netbooks, Notebooks, Laptops
- **Tablet-PCs** (Apple iPad, Android-Geräte, Windows Mobile-Geräte, etc.)
- Mp3-Player (Apple iPod, diverse andere Fabrikate)
- E-Book-Reader (Kindle, etc.)

Im Allgemeinen werden Netbooks, Notebooks und Laptops zwar zu den „portablen“ Geräten gezählt, aber nicht zu den mobilen.<sup>29</sup>

Das „Lernen, unabhängig von Zeit und Ort“ zu ermöglichen, war bereits eine Forderung bei der Entwicklung des E-Learnings. Allerdings wird dieses Kriterium erst mit dem Aufkommen von M-Learning wirklich erfüllt, da durch die mobilen Geräte – die man immer bei sich tragen kann –, ortsunabhängige Lernszenarien realisierbar sind<sup>30</sup>. Insgesamt wird diese Form des Lernens in Zukunft deutlich stärker in den Fokus treten, da die Nutzung des Internets in den letzten Jahren einem Veränderungsprozess unterworfen worden ist: Tendenziell wird heute das „mobile Internet“ genutzt, also Web-Inhalte und Informationen über Smartphones, Tablet-PCs, Mp3-Player mit Display oder Notebooks konsumiert – der lokale/stationäre Rechner zuhause verliert an Wichtigkeit. Durch M-Learning eröffnen sich neue Möglichkeiten des Lernens durch veränderte Lernszenarien: Lernen kann jetzt nicht nur zu jeder Zeit, sondern

---

<sup>27</sup> frei nach <http://www.e-teaching.org/didaktik/gestaltung/mobilitaet/>, Abgerufen am 03.02.2012

<sup>28</sup> Vgl. Sharma, Barrett, 2010, S. 1

<sup>29</sup> Vgl. Bollen 2010, S. 26

<sup>30</sup> Vgl. Holzinger et al. (2005)



auch an jedem Ort stattfinden, an dem sich eine Internetverbindung (über WLAN oder SIM) herstellen lässt, falls die Inhalte nicht zuvor zur Offline-Nutzung auf das Gerät geladen wurden. Beispielsweise ist nun auch die Zeit in der U-Bahn, im Bus, im Auto (Inhalte dann z.B. als Mp3-Tonspur einer digitalisierten Vorlesung), im Park, etc. potentiell für das Lernen nutzbar, was z.B. für Pendler eine sehr interessante Neuerung sein könnte. Während des „Unterwegsseins“ ist das Smartphone heute insgesamt das am meisten verwendete Gerät. Damit erhält es im Sinne des M-Learnings eine doppelte Bedeutung: „Lernmittel“ und „Kommunikationsmittel“. Niemals waren kollaboratives Lernen und soziale Vernetzung so einfach herzustellen, da das Smartphone alle notwendigen Funktionen (Telefon, E-Mail, Photo/Video, Internet, soziale Netzwerke, Teilen, etc.) bereits zur Verfügung stellt. Auch hier lassen sich viele neue Szenarien im Rahmen der Aus- und Weiterbildung finden (vgl. III.5.3.4).

Die Natur der mobilen Geräte ist allerdings, dass sie klein sind. Das hat verschiedene Auswirkungen auf deren Benutzbarkeit, die sich schnell als nachteilig herausstellen (können). Allen voran sind (teilweise unter Ausschluss von Notebooks und Tablet-PCs) folgende Beschränkungen zu nennen:<sup>31</sup> Kleine Displaygrößen, begrenzte Akkulaufzeiten, teilweise *noch* kleine(re) Rechenleistung/Speicherplatz und Einschränkungen bzgl. der komfortablen Eingabe von Texten.<sup>32</sup> Sofern für die Nutzung des M-Learning-Angebots eine Verbindung zum Internet notwendig ist, muss mit einer starken Bandbreitenbeschränkung gerechnet werden, da das mobile Internet (SIM) derzeit bei Weitem keine, von lokalen PCs gewohnte, Geschwindigkeit (DSL oder schneller) bietet – eine flächendeckende und für Endkunden günstige Verbreitung von schnellen, mobilen Internetübertragungen wie z.B. LTE<sup>33</sup> wird sich wohl erst mittelfristig einstellen.

Für den Anbieter von E-Learning bedeutet M-Learning ganz konkret aber auch, dass Inhalte anders aufbereitet werden müssen. Nämlich so, dass sie problemlos von verschiedenen Geräten ausgegeben werden können. Dies können z.B. reine Texte, spezielle graphische Darstellungen oder Audio-Inhalte sein. Die letzten beiden allerdings wg. begrenzter Bandbreite in stark komprimierter Dateigröße. Beim klassischen E-Learning reichte hier in der Regel die Aufbereitung der Inhalte in Form einfacher Daten, aus denen Webseiten generiert wurden, ohne Beschränkung der Display- oder Datei-Größe. Für die Unterstützung von M-Learning ist also ein höherer Aufwand notwendig: Entweder werden Daten in mobilen Webseiten für alle Geräte ausgegeben oder es werden für diesen Zweck sogenannte „native Apps“ entwickelt, wenn ein Zugriff auf Hardware-Ressourcen der Geräte nötig/gewünscht ist.

---

<sup>31</sup> Low 2006, S. 79f

<sup>32</sup> Vgl. Holzinger et al. (2005)

<sup>33</sup> „Long Term Evolution“, Mobilfunkstandard, <http://www.ltemobile.de/lte-technik/>, 16.05.2012

Eine Konsequenz des Einsatzes von M-Learning ist allerdings auch ein deutlich größerer Aufwand für Autoren und Dozenten. Denn natürlich müssen Inhalte für die Darstellung auf mobilen Geräten angepasst werden, was teilweise auch veränderte pädagogische Konzepte erfordert. Ebenso muss beim M-Learning (wenn dieses nicht über den Smartphone-Webbrowser erfolgt) beachtet werden, dass sich aufgrund der unterschiedlichen Betriebssysteme (Android, iOS, Windows Phone, Symbian OS, Linux, etc.) bzgl. der nutzbaren Systemfunktionen und deren Entwicklung auf nativer Ebene noch nicht in allen Bereichen Standards etablieren konnten.

Insgesamt bietet M-Learning diverse Vorteile, um das Lernen noch individueller zu gestalten und auf die Lebenssituationen der Lerner anzupassen. In Anbetracht der Tatsache, dass sich durch die Grundeigenschaften der Geräte – hier sind insbesondere Notebooks und Tablet-PCs ausgenommen – Beschränkungen in den Darstellungsmöglichkeiten ergeben, sollte bei der Umsetzung jedoch ein deutliches Augenmerk auf die Zielsetzung des Angebots gerichtet werden. Sind die Inhalte beispielsweise überwiegend Audio- oder Videodateien, können diese problemlos mit Smartphones verwendet werden; schwieriger wird es, wenn auch verschiedene Eingabegeräte oder ein großes Display obligatorisch sind. Für Lernangebote im MINT-Bereich sollte M-Learning (für Smartphones) derzeit eher nicht die ausschließliche Auslieferungsmethode sein, sondern lediglich die klassische lokale Webbrowser-Version um die Eigenschaften der nahezu uneingeschränkten mobilen Nutzung ergänzen. Ebenso können sich durch das ausschließliche Angebot von M-Learning neue Zugriffsbarrieren für sozial Schwache ergeben, z.B. wenn die Kosten für ein entsprechendes Gerät oder die ständige Datenverbindung nicht aufgebracht werden können.

Zudem sind für aktuelle E-Learning-Umsetzungen im MINT-Kontext auch noch weitere Begriffe und Verfahrensweisen relevant, die in Tabelle 4 kurz vorgestellt werden:

Begriff	Beschreibung
<b>Web 2.0 und Social Software</b>	Der Begriff „Web 2.0“ ist ein Schlagwort für ein innovatives Verständnis des World Wide Web. Das Konzept beschreibt Kernkompetenzen, die zeitgemäße und zukunftsweisende Webanwendungen aufweisen müssten, wie z.B. serverbasierte Plattform, Daten als Mittelpunkt, ständige Betas, Vernetzung von Nutzern und das Teilen von Daten und kollaborative Erstellung von Inhalten (z.B. Kommentare/Foren), etc. <sup>34</sup>
<b>Collaborative Learning (Kollaboratives Lernen)</b>	Dem Web 2.0-Gedanken folgend, versteht man unter <i>computergestütztem, kollaborativen Lernen</i> die Vernetzung von Lernern innerhalb einer Lernplattform, sodass diese in Interaktion treten und „gemeinsam“ lernen können. <sup>35</sup> Dafür finden sowohl synchrone (Chat, Videokonferenz) als auch asynchrone Kommunikationsmittel (E-Mail, Forum, etc.) Verwendung. <sup>36</sup> Weitere Details in Abschnitt III.7.7.6.

<sup>34</sup> „What is the Web 2.0?“, vgl. O'Reilly 2005.

<sup>35</sup> Vgl. Rey 2009, S. 183

<sup>36</sup> Vgl. Rey 2009, S. 184

<b>Kollaborative Erstellung von Inhalten</b>	Analog zum kollaborativen Lernen basiert die kollaborative Erstellung von Inhalten noch stärker auf dem Gedanken von Web 2.0. Hierbei wird nicht nur gemeinsam gelernt, sondern auch das Lernmaterial gemeinsam erstellt. <sup>37</sup> Dies geschieht mithilfe von Plattformen wie MediaWiki <sup>38</sup> . In der wissenschaftlichen Welt ist dieser Ansatz umstritten, da oftmals Fragen der Qualitätssicherung („Schwarmintelligenz“) und des Copyrights ungeklärt sind.
<b>E-Portfolio</b>	Ein elektronisches Portfolio ist im Kontext des E-Learnings ein Datenspeicher, der es ermöglicht, den Lernprozess, Lerner- oder Misserfolge zu dokumentieren oder andere studienrelevante Daten zu speichern. Weitere Details in Abschnitt III.7.9.
<b>Simulation und Animation</b>	Zur Verstärkung des Lernerlebnisses und zur didaktischen Aufbereitung komplexer Zusammenhänge im MINT-Bereich mithilfe multimedialer Möglichkeiten bieten sich Simulationen und Animationen an. Diese können durch bewegte Bilder und durch die Möglichkeit des Experimentierens mit Einstellungen des zugrunde liegenden mathematischen Modells das Verständnis fördern. Weitere Details in Abschnitt III.7.7.9.
<b>Virtuelle Labore, Remote Labs und Remote Access</b>	Labore sind eine wichtige Grundlage jeglicher Ausbildung und Forschung im naturwissenschaftlichen Bereich. Daher darf eine entsprechende Umsetzung auch im Kontext des E-Learnings nicht fehlen: Labore oder „Labs“ (Abkürzung des engl. Begriffs „Laboratory“) kommen hier in unterschiedlicher Ausprägung vor. <sup>39</sup> Einerseits gibt es „ <b>virtuelle Labore</b> “, die durch komplett simulierte Webanwendungen entstehen, eben „virtuell“ sind (vgl. III.7.7.10). Andererseits gibt es die sog. „ <b>Remote Labs</b> “, die an sich physisch vorhandene Labore sind, die über eine Software oder eine Webschnittstelle gesteuert werden können. Es ist somit ein Fernzugriff oder engl. „remote access“ auf Laborressourcen möglich (vgl. III.7.7.11).
<b>Freie Online-Lernplattformen (von Eliteuniversitäten)</b>	Kostenlose Lernplattformen, die Onlinekurse und Lerninhalte von renommierten Dozenten/Professoren in Form von Videos verbreiten. Die Teilnahme ist kostenlos, Zertifikate müssen bezahlt werden. Bekannte Anbieter sind z.B. Udacity <sup>40</sup> , edX <sup>41</sup> , coursera <sup>42</sup> oder OpenHPI <sup>43</sup> – und viele Weitere <sup>44</sup> . In der allgemeinen Diskussion hat sich in jüngster Zeit für dieses Phänomen auch der Begriff „Mooc“ – <i>Massive Open Online Courses</i> – durchgesetzt.
<b>Ausblick auf zukünftige Trends</b>	Insgesamt müssen E-Learning-Lösungen in Zukunft verstärkt in Richtung des M-Learning ausgerichtet werden. Neuartige vernetzte Geräte, wie z.B. Haushaltsgeräte, Autos, etc. werden an Bedeutung gewinnen, das „Internet der Dinge“ und „Ubiquitous Computing“ können zu neuen Lernszenarien führen (vgl. III.7.8.2).

**Tabelle 4: Ausprägungen moderner E-Learning-Anwendungen<sup>45</sup>**

Für eine heute neu konzipierte Blended E-Learning-Softwarelösung ist die selbstverständliche Unterstützung von mobilen Geräten und die Offenheit gegenüber (absehbaren) Trends obligatorisch. Wie dies im Konkreten umgesetzt werden kann, zeigt das Konzept einer E-Learning-Anwendung in Kapitel III und die Entwicklung des Prototyps in Kapitel IV.

## II.3. Webanwendungen – Grundlage serverbasierter Wissensplattformen

Um neue Methoden für Blended E-Learning entwickeln und erproben zu können, ist es zunächst wichtig, genau abzugrenzen, welche Techniken zur Erfüllung bestehender Anforder-

<sup>37</sup> Vgl. Rey 2009, S. 184

<sup>38</sup> MediaWiki ist die Open Source Software auf der Wikipedia basiert. <http://www.mediawiki.org>

<sup>39</sup> Balamuralithara 2008, S. 117

<sup>40</sup> Udacity: <https://www.udacity.com/>, abgerufen am 18.05.2012

<sup>41</sup> <https://www.edx.org>, abgerufen am 23.05.2013

<sup>42</sup> <https://www.coursera.org/>, abgerufen am 23.05.2013

<sup>43</sup> OpenHPI: <https://openhpi.de/>, abgerufen am 20.12.2012

<sup>44</sup> Eine Übersicht findet sich z.B. unter <http://www.spiegel.de/unispiegel/studium/kostenloses-studium-fuer-alle-moocs-sollen-bildung-demokratisieren-a-899846.html>, abgerufen am 22.05.2013

<sup>45</sup> Eigene Darstellung. Eine ausführliche Beschreibung ist im Anhang in Abschnitt VI.1.1.1.6 beigelegt.

rungen herangezogen werden können oder notwendig sind. Es soll an dieser Stelle vorweg genommen werden, dass es sich bei der von diesem Rahmenwerk angegebenen (und empfohlenen) E-Learning-Lösung um eine serverbasierte Plattform – oder auch **Webanwendung** – handeln soll, auf die via lokalen/stationären und mobilen Endgeräten oder aber Datenschnittstellen zugegriffen werden kann. Eine detaillierte Klärung des Anforderungskatalogs und der sich daraus ergebenden konkreten Techniken wird in Abschnitt III.7.4 nachgeliefert.

*Definition **Webanwendung**:* Als Client-Server-Anwendung (vgl. II.3.2) konzipierte serverbasierte Software, die Daten in einer Datenbank speichert und serverseitig manipuliert. Clients greifen auf die Anwendung mit einem gängigen Webbrowser zu oder nutzen eine bereitgestellte Datenschnittstelle/API (z.B. für native Smartphone-Apps oder andere Anwendungen relevant).

Serverbasierte Plattformen bieten im Vergleich zu gängigen lokalen Applikationen (z.B. einem am eigenen Rechner installierten Office-Paket) wichtige Vorteile: Es besteht die Möglichkeit, problemlos, ohne Zutun der Nutzer, „Updates“ zu installieren (also Fehler zu beseitigen und Verbesserungen vorzunehmen) und zentral gespeicherte Daten von jedem beliebigen Ort (mit Netzzugang), also räumlich ungebunden, verwenden zu können. Diese Tatsache prädestiniert Webanwendungen für E-Learning-Angebote, da auf diese Weise die Restriktion von Zeit und Ort für das Lernen umgangen werden kann. Zudem kann die zentrale Datenspeicherung das Fundament für die Nutzung des sog. Single-Source-Prinzips bilden (vgl. III.7.5). Dabei werden Daten oder Inhalte unformatiert, aber strukturiert, in einer zentralen Datenquelle gespeichert, aus der alle anfragenden Medien/Geräte bedient werden. Im konkreten Fall des Blended E-Learnings werden die Lerninhalte von der Webanwendung aus der Datenbank geladen und in Layout-Templates gefüllt, die eine optimierte Ausgabe für heterogene Endgeräte bereitstellen. D.h., dass die Lerninhalte sowohl für die analoge (Print-Produkte, wie z.B. Skripte oder Vorlesungsfolien), als auch digitale Ausgabe (in Webbrowsern von lokalen und mobilen Geräten) bereitstehen und in ihrer Ansicht jeweils entsprechend aufbereitet und optimiert sind (z.B. nach Displaygröße oder Papierformat).

Durch die Tatsache, dass zur Ausführung der Anwendung nur ein aktueller Webbrowser benötigt wird, den es für nahezu jedes Betriebssystem gibt, kann eine fast vollkommene Plattformunabhängigkeit gewährleistet werden. Bei der Entwicklung ist dafür lediglich darauf zu achten, dass die Anwendung standardkonform entwickelt wird (z.B. „Cross-Browser“) und nur gängige Webtechniken Verwendung finden. Einen Überblick bietet Tabelle 5:

Technologie	Beschreibung
<b>HTML</b> <sup>46</sup> (5) (Hypertext Markup Language)	Textbasierte Auszeichnungssprache zur Strukturierung von Daten (Texte, Hyperlinks, Bilder, Tabellen, etc.) in Webseiten. Standard und Grundlage des WWW. HTML-Dateien werden von Browsern interpretiert und dargestellt.
<b>CSS</b> <sup>47</sup> (Cascading Style Sheet)	Deklarative Sprache zur Strukturierung und Formatierung von Webseiten in Form von Stilvorlagen. Ermöglicht die klare Trennung von HTML-Struktur und Formatierung einer Webseite.
<b>Javascript</b> <sup>48</sup> , <b>Ajax</b> <sup>49</sup> , <b>jQuery</b> <sup>50</sup>	<i>Javascript (ECMAScript)</i> : Skriptsprache, die clientseitig für die Manipulation des DOMs (Document Object Model) in Webbrowsern eingesetzt wird. <i>jQuery</i> : Javascript-Bibliothek, die durch einfache Funktionsaufrufe mächtige DOM-Manipulation und Effekte für lokale und mobile Oberflächen im Browser ermöglicht. <i>AJAX (Asynchronous JavaScript and XML)</i> : Programmierkonzept der asynchronen Datenübertragung zum Nachladen einzelner Webseitenelemente
<b>Flash/Shockwave</b>	Softwareplattform <sup>51</sup> , bzw. Browser-Plugin <sup>52</sup> , für die Erstellung und Darstellung von interaktiven, animierten oder stark grafiklastigen Inhalten.
<b>VRML</b> <sup>53</sup> („X3D“ <sup>54</sup> )	Virtual Reality Modeling Language: Menschenlesbare Beschreibungssprache für 3D-Szenen.
<b>JSON</b> <sup>55</sup>	<i>Javascript Object Notation</i> : Kompaktes Datenformat, das zum Datenaustausch zwischen Anwendungen über Schnittstellen verwendet wird.
<b>MySQL</b> <sup>56</sup>	Relationales Open-Source Datenbanksystem. Grundlage vieler Webanwendungen.
<b>PHP</b> <sup>57</sup> , <b>Rails</b> , <b>Python</b> , <b>Perl/CGI</b>	Serverseitige Skript-Programmiersprachen für Webapplikationen. Grundlage von dynamischen Webseiten oder -anwendungen.
<b>RSS und Atom</b>	Really Simple Syndication: Elektronische, XML-basierte, Nachrichtenformate für Newsfeeds
<b>Java</b> <sup>58</sup>	Objektorientierte Softwaretechnologie und Programmiersprache der Firma Sun/Oracle.
<b>Apache</b> <sup>59</sup> , <b>Tomcat</b>	<i>Apache</i> : Meistgenutzter Webserver (Software) im Internet. Grundlage vieler Webseiten. <i>Apache/Tomcat</i> : Ermöglicht Ausführung von Java-Programmen auf dem Apache (JavaServerPages)
<b>XML</b> <sup>60</sup> (Extensible Markup Language)	Auszeichnungssprache/Metasprache, in der Daten in strukturierter und hierarchischer Form in Textdateien gespeichert werden können. Die Spezifikation von XML gibt das W3C <sup>61</sup> heraus.
<b>JPG, GIF, PNG, SVG, EPS</b>	JPG, GIF, PNG sind sog. Pixelgraphiken, Skalierung nicht möglich, dafür weit verbreitet, einfach zu erstellen, in der Regel plattformunabhängig ohne Zusatztools lesbar. Komprimierte Bilddaten. SVG/EPS sind Vektorgraphiken, d.h. sie können verlustfrei skaliert werden.
<b>AVI, MP4, OGG, FLV</b>	Für die Nutzung im Internet optimierte und daher komprimierte Videoformate. MP4 und OGG sind insbesondere De-Facto-Standards auf Smartphones und anderen mobilen Geräten.
<b>MP3, WAV</b>	Standards zur Speicherung von Audiodaten. MP3 ist komprimiert und WWW-tauglich (WAV nicht)
<b>PDF</b>	Plattformunabhängiges Dateiformat für Dokumente (Adobe). Browser-Plugin/Reader-Software nötig.

Tabelle 5: Überblick über Webtechniken<sup>62</sup><sup>46</sup> <http://www.w3.org/html/>, abgerufen am 10.02.2012<sup>47</sup> <http://www.w3.org/Style/CSS/>, abgerufen am 10.02.2012<sup>48</sup> <http://www.w3.org/standards/webdesign/script.html>, abgerufen am 10.02.2012<sup>49</sup> <http://www.w3.org/standards/webdesign/script.html>, abgerufen am 10.02.2012<sup>50</sup> <http://jquery.com/>, abgerufen am 10.02.2012<sup>51</sup> <http://www.adobe.com/de/products/flash.html>, abgerufen am 10.02.2012<sup>52</sup> <http://www.adobe.com/de/products/flashplayer.html>, abgerufen am 10.02.2012<sup>53</sup> <http://www.web3d.org/x3d/specifications/#vrml97>, abgerufen am 10.02.2012<sup>54</sup> <http://www.web3d.org/x3d/>, abgerufen am 10.02.2012<sup>55</sup> <http://www.json.org/>, abgerufen am 10.02.2012<sup>56</sup> <http://www.mysql.com/>, abgerufen am 10.02.2012<sup>57</sup> <http://php.net/>, abgerufen am 10.02.2012<sup>58</sup> <http://www.java.com/de/>, abgerufen am 10.02.2012<sup>59</sup> <http://httpd.apache.org/>, abgerufen am 10.02.2012<sup>60</sup> <http://www.w3.org/XML/>, abgerufen am 10.02.2012<sup>61</sup> <http://www.w3.org/>, abgerufen am 10.02.2012<sup>62</sup> Eigene Darstellung

Weitere Informationen und die Beschreibung einer konkreten Webanwendung für Blended E-Learning folgt in Abschnitt III.7.3.

### II.3.1. Vorgehen bei der Entwicklung von Webanwendungen

Die Entwicklung von Software-Anwendungen, hier speziell E-Learning-Webanwendungen, erfolgt in der Regel in einer festen Reihenfolge. Am Anfang steht natürlich die **Notwendigkeit**, einen Geschäftsprozess oder eine andere Fragestellung in einem Softwaresystem abzubilden. Ist dies der Fall, wird das gewünschte Ergebnis ausgehend von der Problemstellung zunächst anhand einer „**verbalen Beschreibung**“ skizziert. Dies geschieht in der Regel in Rücksprache mit dem Kunden anhand verschiedener Visualisierungs-, Kreativitäts- und Dokumentationstechniken, wie z.B. Mock-Ups, Wireframes, Storyboards, Fragebögen, Konzeptpapiere, Brainstormings, etc., die dabei helfen sollen, die Ausprägungen der gewünschten späteren Funktionalität zu beschreiben. Im Idealfall ist diese Phase ein aktiver Prozess mit vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Kunde und Entwickler, sodass möglichst alle kundenspezifischen Anforderungen berücksichtigt werden können. Problematisch ist in dieser Phase, dass der Kunde in der Regel nicht genau (anhand von Fachbegriffen) beschreiben kann, wie das gewünschte Ergebnis aussehen soll.<sup>63</sup>

Entweder parallel dazu oder im Anschluss daran werden die so gesammelten Systemeigenschaften anhand einer **Anforderungsanalyse** strukturiert und präzisiert. Dabei werden funktionale („Was soll das System leisten?“ – dokumentiert im Pflichtenheft), nichtfunktionale („Wie soll das System oder einzelne Funktionen arbeiten?“) und sonstige Anforderungen (z.B. Wünsche von Anwendern) dokumentiert, die dazu dienen, das so skizzierte Ergebnis in Bezug auf vom Auftraggeber geforderten Eigenschaften und Funktionalitäten zu überprüfen. Es entsteht eine strukturierte und formalisierte Aufstellung, die nun objektiv verifiziert sowie diskutiert werden kann und die Grundlage für die Software-Spezifikation darstellt.<sup>64</sup>

Die **Spezifikation** dient dem Softwareentwickler als „Anleitung“, die das spätere Ergebnis komplett beschreibt, sodass diese nicht selten bereits fertige Modelle und Schablonen (z.B. Klassendiagramme in UML<sup>65</sup>) für die konkrete Implementierung enthält, die von erfahrenen Software-Architekten entwickelt wurden oder sich an bewährten Verfahren orientiert.

Die **Implementierung** der Software folgt in der Regel einem Vorgehensmodell, das beschreibt, wie Entwicklungsschritte zur Reduktion der Komplexität eingeteilt („Devide and

---

<sup>63</sup> Vgl. Balzert 2011 und Dooley 2011.

<sup>64</sup> Vgl. Kästner, Ostermann 2013, S. 10ff

<sup>65</sup> <http://www.uml.org/>, abgerufen am 17.07.2013

Conquer“-Prinzip<sup>66</sup>) und umgesetzt werden sollen und in welcher Weise die Dokumentation erfolgt. Es gibt klassische **Vorgehensmodelle** (wie z.B. das Wasserfallmodell, Spiralmodell, etc.), bei denen Entwicklungsschritte iterativ erfolgen und die in Bezug auf die Entwicklungsgeschwindigkeit als etwas „träge“ gelten, da eine voll funktionale Software i.d.R. erst als Ergebnis des letzten Entwicklungsschritts zu erwarten ist. Im Vergleich dazu gibt es „agile Entwicklungsmethoden“, die durch innovative Vorgehensweisen zu schnelleren Ergebnissen führen und mit denen flexibler auf Änderungen der Anforderung reagiert werden kann. Ein Beispiel dafür ist z.B. das „Rapid Prototyping“, bei dem in jedem Entwicklungsschritt ein funktionaler Prototyp entsteht. Es ist somit problemlos möglich, Anforderungen zu verändern oder auf Budgetkürzungen zu reagieren, da die Software zu jedem Entwicklungsstand (mehr oder weniger sinnvoll) lauffähig und verwendbar ist. Dieses agile Entwicklungsprinzip entspricht auch der Realität der Webentwicklung (im Sinne von Web 2.0: „Ständige Beta“), bei der allerdings auch oft diverse klassische und agile Techniken kombiniert werden. Da Webanwendungen im Webbrowser ablaufende, stark interaktive Anwendungen sind, sind unterschiedliche Arten von Personen an der Entwicklung beteiligt. Dies liegt daran, dass Webanwendungen aus zwei Teilen bestehen: Dem internen System an sich, das die Geschäftslogik, die Datenspeicherung und -manipulation abbildet sowie der graphischen User-Schnittstelle, bzw. Nutzer-/Bedienoberfläche, die im Webbrowser dargestellt wird. Die Entwicklung des Systems an sich wird durch Softwareentwickler übernommen, die Nutzeroberfläche wird durch Designer, Graphiker, Multimediaspezialisten erdacht und umgesetzt (vgl. II.3.2). Durch die vielfältigen zum Einsatz kommenden Techniken im Web-Sektor wird die Entwicklung in der Regel verteilt durchgeführt und ist daher sinnvoll in granulare Arbeitspakete einzuteilen.

Sobald der erste **Prototyp** entstanden ist, wird dieser in der Regel bzgl. der Anforderungen getestet und ggf. anhand des **Feedbacks** von Kunden, Testern oder Entwicklern angepasst. Es ist gängige Praxis, dass Webanwendungen bereits im stabilen Beta-Stadium für die Nutzer (oder eine größere Testgruppe) freigegeben werden und die Fehlersuche oder das Feedback so auf Viele verteilt wird. Denn aufgrund der serverbasierten Speicherung können Updates jederzeit, für den Nutzer unbemerkt, durchgeführt werden.

### II.3.2. Client-Server-Softwarearchitekturen und Datenbanken

Die Entwicklung von Webanwendungen erfordert den sicheren Umgang mit vielfältigen Technologien und zugehöriger Verfahrensweisen.<sup>67</sup> Zwar ist dieses Spezialgebiet der Informatik noch relativ jung (~1990), allerdings sind die damaligen „intelligenten oder nicht statischen Webseiten“ mit heutigen Webanwendungen kaum noch vergleichbar, die teilweise hoch

---

<sup>66</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Divide\\_and\\_conquer\\_algorithm](http://en.wikipedia.org/wiki/Divide_and_conquer_algorithm), abgerufen am 17.07.2013

<sup>67</sup> Vgl. Zeldman 2006

komplexe Softwaresysteme sind. So basieren einige der derzeit größten Software- und E-Commerce-Firmen der Welt, wie Google, Facebook, Amazon oder Ebay, ausschließlich auf Webanwendungen.

Die Funktionsweise von Webanwendungen stützt sich auf das **Client-Server-Prinzip** (d.h. sie basieren auf dem Client-Server-Architekturmuster, s.u.)<sup>68</sup>. Die Logik und die Daten befinden sich auf einem zentralen (Web-) Server, der über eine Domain (URL oder IP), über einen Webbrowser (oder eine Schnittstelle) erreichbar ist. Sendet ein Client (-Browser) eine Anfrage, einen sog. „HTTP-Request“ (http ist das Übertragungsprotokoll), an den Server, wird dieser dort verarbeitet. D.h. das Serverprogramm manipuliert Eingaben oder Daten aus einer Datenbank, generiert daraus eine HTML-Seite und sendet diese an den Client zurück. Aus Sicht des Browsers wird die Seite neu geladen und zeigt die gewünschten/generierten Daten an. Ein Beispiel für diese Art der Kommunikation zeigt Abbildung 2:

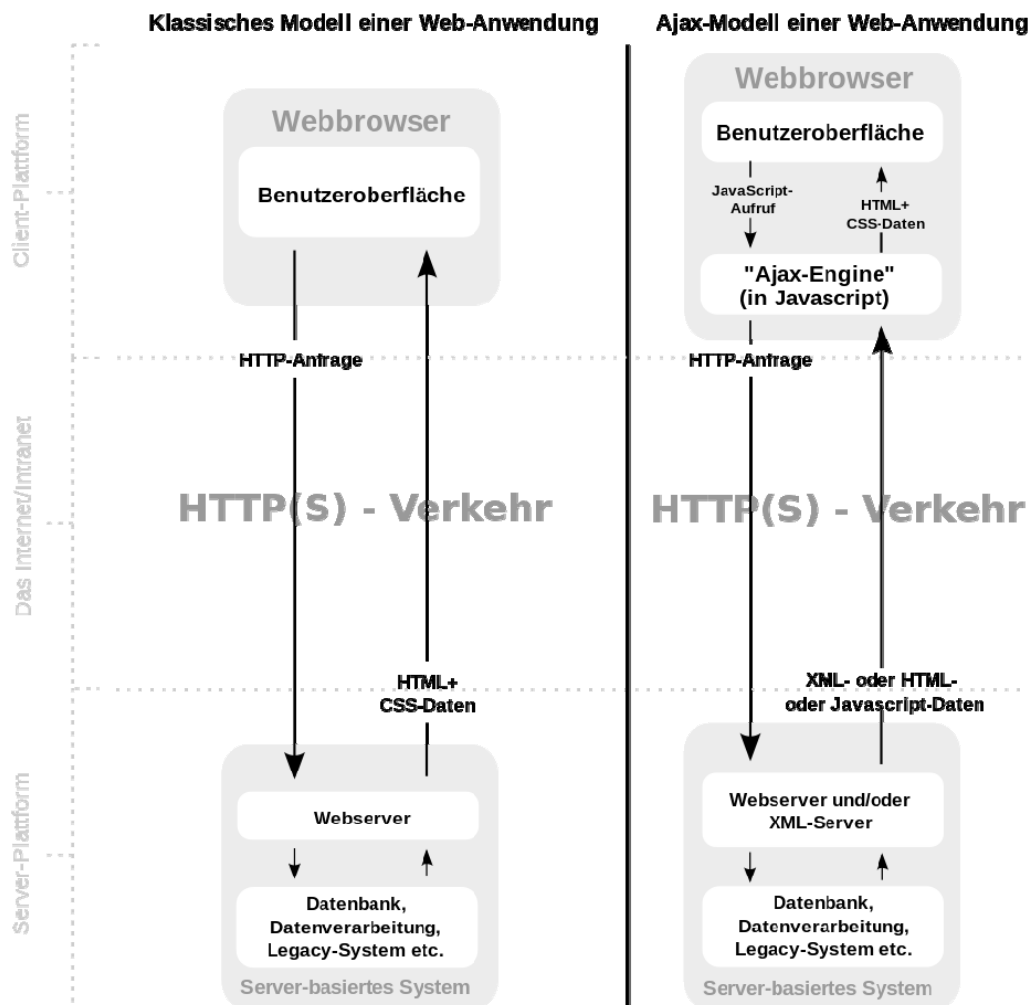


Abbildung 2: Client-Server-Kommunikation von Webanwendungen<sup>69</sup>

<sup>68</sup> Vgl. Kuhn, Raith 2013.

<sup>69</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Ajax\\_%28Programmierung%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Ajax_%28Programmierung%29), abgerufen am 10.08.2012



Im Unterschied dazu wird bei modernen Webanwendungen zunehmend nicht mehr die komplette Seite neu geladen, sondern nur gezielt einzelne Daten vom Server „nachgeladen“ und in der bestehenden Seite aktualisiert (mittels Javascript/AJAX-Technologie), was Vorteile z.B. für die ressourcensparende Datenübertragung hat und grundsätzlich funktionalere Oberflächen ermöglicht.

Die Client-Server-Struktur verdeutlicht, dass die Entwicklung derartiger Websoftware aus verschiedenen Teilen besteht, wie z.B. der Entwicklung der Datenbank, einer Datenbankschnittstelle, der „Geschäftslogik“, die über die Schnittstelle mit der Datenbank kommuniziert und einer Benutzeroberfläche (oder GUI – „Graphical User Interface“). Sowohl server-, als auch clientseitig befinden sich die verwendeten Techniken in einem starken Wandel mit regelmäßigen Neuerungen und schnellen Versionswechseln. Die Realisierung einer E-Learning-Software wird die in Tabelle 6 gezeigten Entwicklungsaufgaben, -techniken und Entwicklerqualifikationen erfordern:

Anwendungsteil	Entwicklungsaufgaben und -techniken
<b>Server</b>	<i>Serverseitige Entwicklung der Webanwendung: Geschäftslogik und Datenbank</i> Servertechnologie: Linux/Unix, Apache Webserver, CRON-jobs, reguläre Ausdrücke, Konsolenskripte Datenbanken: MySQL, PostgreSQL, SQL, etc. Programmier- und Skriptsprachen: PHP, Java, Python, Rails, Pearl, etc.
<b>Client</b>	<i>Entwicklung von Oberfläche/GUI für die browserbasierte Darstellung beim Client</i> Endgeräte: Clients sind heterogene Geräte wie PCs, Notebooks, Tablet-PCs, Smartphones, PDAs, etc. Oberflächendesign: HTML 5, CSS 3 (responsiv, mit MediaQueries, zur Unterstützung mobiler Geräte) Funktionalität von Oberflächen: Javascript (Serverkommunikation mit AJAX, Frameworks wie jQuery)

**Tabelle 6: Entwicklungsaufgaben und -Techniken<sup>70</sup>**

Im Allgemeinen orientiert sich die Entwicklung zeitgemäßer Softwaresysteme an Entwurfs-, bzw. Architekturmustern. Beide bieten dem Entwickler bewährte Vorlagen, Lösungsansätze oder -schablonen für wiederkehrende Entwurfsprobleme. Für viele Entwurfsprobleme können somit vorgefertigte Lösungen verwendet werden, die nicht selten bereits für verschiedenste Programmiersprachen und Plattformen in Form von vorentwickelten Packages oder Frameworks, bzw. Rahmenwerken, zur Verfügung stehen (z.B. ZEND für PHP oder Django für Python). Da als übergreifendes Architekturmuster bei Webanwendungen das Client-Server-Muster zum Einsatz kommt, können alle weiteren verwendeten Muster jeweils als Ergänzungen davon angesehen werden. Für die Implementierung des Quellcodes hat sich heute in modernen Webanwendungen größtenteils die **objektorientierte Programmierung** durchgesetzt. Die Abstraktion der Geschäftslogik in Objekten und die Vererbung von Eigenschaften ermöglichen einen übersichtlichen Quellcode, der modulweise zeitsparend angepasst, bzw. erweitert, werden kann.

<sup>70</sup> Eigene Darstellung.

Ein primäres Prinzip bei der Entwicklung von Webanwendungen ist der modulare Aufbau der Software (vgl. objektorientierte Programmierung) und die konsequente *Trennung von Daten und Darstellung*. Vor dem Hintergrund der Darstellung in lokalen und mobilen Webbrowsern, die durch vielfältigste Techniken und variable Layoutansichten für unterschiedliche Displaygrößen geprägt sein kann, ist dieses Vorgehen bei größeren Projekten obligatorisch. Um dies zu erreichen, ist in der Webentwicklung der sogenannte **Model-View-Controller-Ansatz (MVC)** ein beliebtes Mittel. Ziel dieses Musters ist es, Daten (*model*), die Manipulation der Daten (*controller*) und die Darstellung der Daten (*view*) programmiertechnisch zu trennen, um einzelne Facetten nachträglich leicht ändern, ergänzen oder erweitern zu können. Ein anderes Mittel sind **Schichtenarchitekturen**, bei denen Implementierungsdetails in unterschiedlichen Schichten angegeben sind (z.B. Data-Layer, Business-Layer, Presentation-Layer), die Top-Down vor den anderen verborgen bleiben und nur über definierte Schnittstellen kommunizieren. Dies ermöglicht das Austauschen von Technologien in einer Schicht, ohne die Implementierung anderer Schichten ändern zu müssen, wie z.B. das Ersetzen einer Datenbanksoftware durch eine andere.

Um die volle Flexibilität in Bezug auf die Darstellung der Daten im Webbrowser – vor allem vor dem Hintergrund heterogener Geräte mit stark variierenden Möglichkeiten zur Darstellung – werden **Template-Engines** verwendet. „Templates“ (engl. für *Schablone*) dienen dabei zur Darstellung (z.B. auf dem Bildschirm) von Daten anhand eines vorher definierten Layouts und können einfach verändert werden, ohne die komplette Anwendung neu entwickeln zu müssen. Fragt ein Client-Gerät beim Webserver Daten an, werden diese anhand der Kennung des anfragenden Geräts (z.B. mit Unterscheidung mobiles/lokales Gerät) von der Template-Engine in das entsprechende Layout-Template geladen und dann an den Client zurückgeschickt. Natürlich müssen die Daten in einer Datenbank unformatiert gespeichert sein, die Verwendung eines Single-Source-Publishing-Ansatzes (vgl. III.7.5.1) ist empfehlenswert.

Neben der Implementierung der Geschäfts- und Ausgabelogik an sich bilden Datenbanken die zweite wichtige Säule von Webanwendungen.

*Definition Datenbank:* Im Allgemeinen ist ein **Datenbanksystem** (DBS) ein Softwaresystem zur elektronischen Datenverwaltung, das Daten in einer oder mehreren **Datenbank(en)** (DB) speichert. Einerseits sind sie für die strukturierte, effiziente, dauerhafte, verlust- und widerspruchsfreie Speicherung großer Datenmengen konzipiert und andererseits stellen sie effiziente Möglichkeiten zur Abfrage eben dieser Daten in beliebigen Teilmengen bereit.<sup>71</sup>

---

<sup>71</sup> Eigene Definition. Frei nach Geisler, 2005.

Es gibt unterschiedliche Typen von Datenbanksystemen, die sich vor allem durch ihr *Datenmodell* unterscheiden, also die Art, wie Daten gespeichert und intern miteinander verknüpft sind oder werden können. Die gängigste Form sind derzeit *relationale Datenbanken*, die auf einem relationalen Modell (mit einer strukturellen Komponente „Relationen“, einer manipulierbaren Komponente „Operationen“ und einer strukturellen Komponente „Integrität“) basieren, das sich ausschließlich auf Tabellen stützt. Relationen sind dabei ein mathematischer Zusammenhang zwischen in Bezug aufeinander stehenden Datensätzen. Auf diese Weise lassen sich einzelne Tabellen, bzw. Daten, in vielfältiger Weise miteinander verknüpfen. Im E-Learning-Kontext könnten das z.B. Daten von Studierenden, Lerninhalte an sich oder Zusammenhänge zwischen Verwaltungsinformationen („StudentIn x ist Teilnehmer in Kurs y“) sein. Eine der bekanntesten relationalen Datenbanksprachen ist heute SQL (Structured Query Language), welche seine große Verbreitung vor allem seinen Open Source Ablegern MySQL, bzw. heute MariaDB, verdankt. Im Rahmen der Entwicklung von Webanwendungen (z.B. für soziale Software, Data-Mining, etc.) sind zwar auch noch andere DBS von Bedeutung, die aber im E-Learning-Kontext im Allgemeinen vernachlässigt werden können.

## II.4. Realisierung des Lebenslangen Lernens durch E-Learning

Die nachfolgenden Abschnitte liefern eine kurze Einführung in das Paradigma des Lebenslangen Lernens, was dieses für die „lebenslangen Lerner“ in elektronisch unterstützten Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen bedeutet und wie sich die relevantesten Eigenschaften desselben durch eine geschickte implementierte E-Learning-Lösung realisieren lassen.

### II.4.1. Was ist Lebenslanges Lernen?

Die Grundidee des „**Lebenslangen Lernens**“<sup>72</sup> ist einfach: „*The basic idea behind the term ‚lifelong learning‘ is simple. It is that deliberate learning can and should occur throughout each person’s lifetime*“.<sup>73</sup> Das Lernen nimmt einen zentralen Standpunkt im Leben ein.

*Definition Lebenslanges Lernen (engl. Lifelong Learning, LLL):* „Lebenslanges Lernen umfasst alles formale, nicht-formale und informelle Lernen an verschiedenen Lernorten, von der frühen Kindheit bis einschließlich der Phase des Ruhestands. Dabei wird ‚Lernen‘ verstanden als konstruktives Verarbeiten von Informationen und Erfahrungen zu Kenntnissen, Einsichten und Kompetenzen.“<sup>74</sup>

---

<sup>72</sup> Synonym werden in der deutschsprachigen Literatur auch „Lebensbegleitendes Lernen“ oder „Lebensumfassendes Lernen“ verwendet.

<sup>73</sup> Vgl. Knapper et al. 2000, S. 1

<sup>74</sup> BLK 2004, S. 13

Jedoch trägt das Paradigma des „Lebenslanges Lernens“ noch eine Vielzahl anderer Ziele, positiver und negativer Facetten sowie Bedeutungen in sich, die von der „effizienten Bereitstellung“ von möglichst gut ausgebildeten Arbeitnehmern (mit erhöhter „Beschäftigungsfähigkeit“), über politische (Demokratie-) Bildung, bis hin zum Ausräumen von sozialer Ungerechtigkeit durch Schaffung von Chancengleichheit in der Aus- und Weiterbildung reichen (vgl. VI.2.1.5).

Für die Anwendung des Paradigmas auf eine Blended E-Learning-Lösung im MINT-Kontext ergeben sich einige positive Facetten. Denn die Ausdehnung des Lernens auf die komplette Lebensspanne kann nicht nur eine Verkürzung der initialen Ausbildungszeiten bedeuten, sondern auch die Chance sein für eine Flexibilisierung der Lerninstitutionen, vor allem bezogen auf zeitliches und thematisches Lehrangebot. Dies betrifft z.B. Arbeitnehmer, die sich gezielt berufsbegleitend weiterbilden möchten. Aktuell sind Hochschulen allerdings noch nicht optimal auf derartige Bildungsdienstleistungen vorbereitet und überlassen zumeist privaten/firmeninternen Weiterbildungsakademien oder Corporate Universities dieses Feld (vgl. VI.2.2.5.2). Nur langsam öffnen sie sich für derartige Maßnahmen, was nicht zuletzt an den Strukturen liegt, die noch nicht dafür ausgelegt sind. Das Kapitel „Wandel und Wege im (Weiter-) Bildungssektor für MINT“ (vgl. VI.2.2) im Anhang zeigt die Veränderungen, die die flächendeckende Realisierung der Idee des Lebenslangen Lernens mit sich brächte. Dies sind vor allem das veränderte Verständnis von Lernen und Lernern (vgl. VI.2.2.1), gewandelte Lernmethoden und -formen (vgl. VI.2.2.2), ein Paradigmenwechsel in Hochschulen (vgl. VI.2.2.4) durch die Öffnung hin zu Weiterbildungen (vgl. VI.2.2.4.2), die Etablierung eines Kreditierungssystems zur Anrechnung von Leistungen (vgl. VI.2.2.3), ECTS (vgl. VI.2.2.3.1), EQF (vgl. VI.2.2.3.2) und andere (vgl. VI.2.2.3.3) sowie das Verständnis, dass es neben Hochschulen nun auch andere Anbieter auf dem Markt für (Weiter-) Bildungsangebote gibt (vgl. VI.2.2.5 und VI.2.2.5.1).

Im Laufe seiner Entwicklung hat das Konzept des „Lebenslangen Lernens“ einige Entwicklungen miterlebt (vgl. VI.2.1.4). Die Idee resultiert aus einer Reihe internationaler Veröffentlichungen (vgl. VI.2.1.4.1) und nationaler Programmatiken (vgl. VI.2.1.4.2), denen es allerdings bis heute an Plänen für eine konkrete Umsetzung mangelt (vgl. VI.2.1.6). Trotz der facettenreichen thematischen Ausprägung, wird das Lebenslange Lernen in Deutschland heute größtenteils mit der Erwachsenenbildung bzw. berufsbegleitenden Weiterbildung, gleichgesetzt (vgl. VI.2.1.3).

## II.4.2. Typen von Lernern und Bildungsbiographien

Für die Entwicklung einer Blended E-Learning-Anwendung, die Grundideen des Lebenslangen Lernens berücksichtigt, stehen neben den notwendigen Veränderungen der Institutionen, vor allem die Lerner oder Studierenden an sich im Fokus. Die E-Learning-Anwendung sollte daher nicht nur die Eigenschaften dieser berücksichtigen (bezogen auf die Diversität der Studierenden bzgl. Alter, Lebenssituation, Vorbildung, etc. Vgl. VI.1.1.1.5), sondern auch hinsichtlich bestimmter gesellschaftlicher Veränderungen skalierbar sein, wie z.B. der Trend zum berufsbegleitenden Lernen oder dem Studieren in Teilzeit. Denn nicht etwa die „Erfindung“ des Begriffs „Lebenslanges Lernen“ hat für Veränderungen gesorgt. Vielmehr ist die Einführung des Paradigmas Lebenslanges Lernen eine Konsequenz auf die Beobachtung der Lebenswirklichkeit in der Gesellschaft. Denn „die gesellschaftliche Veränderung“ ist eine Veränderung ihrer Individuen an sich und generell ist zu erkennen, dass Flexibilität und Tempo der Menschen gestiegen sind.<sup>75</sup> Begründungen dafür sind vielfältig, offensichtliche sind aber z.B. Medien, Kommunikationsmittel und das Internet, die den neuen Takt des Lebens diktieren. Zudem gibt es aber noch einen anderen gesellschaftlichen Trend, der insbesondere für Studierende wegweisend ist, da auch ihre Lebenssituation vor allem in den letzten Jahren starken Veränderungen ausgesetzt war. Heute verstehen viele ihr Studium (insbesondere in Bezug auf das Lebenslange Lernen) anders, der Wunsch, wie es durchgeführt werden soll (und kann), differiert oft sehr stark. Dies kann z.B. eine individuell gewünschte oder gezwungene Abweichung von den allgemein gültigen Studienplänen und/oder -ordnungen bedeuten. Konkret sei hier an alleinerziehende Studierende gedacht oder solche, die zur Finanzierung des Studiums mindestens die Hälfte ihrer Zeit arbeiten müssen – was heute nahezu der Realität eines jeden Studierenden entspricht. Im Fall der beruflichen Weiterbildung ist dies sogar der Regelfall und die regelmäßige Zeit, die für das Studieren aufgewendet werden kann, variiert ebenso, wie die Möglichkeit, bestimmte Termine oder Orte für Lehrveranstaltungen einhalten zu können. E-Learning kann helfen, diese institutionellen Schranken aufzubrechen.

Im Rahmen des Lebenslangen Lernens werden sich verschiedene Typen von Studierenden etablieren, die aufgrund ihrer Lebenssituation vielfältige Zugänge oder Möglichkeiten des Studiums fordern: Vollzeit-Studierende, Teilzeit-Studierende, ältere Studierende – und ebenso berufsbegleitend Studierende, Senioren, Studierende ohne Hochschulzugangsberechtigung, etc. Und all diesen muss im Idealfall eine Möglichkeit für eine universitäre Aus- und Weiterbildung angeboten werden. In der nachfolgenden Tabelle 7 werden diese Gruppen sowie deren Eigenschaften und Anforderungen näher vorgestellt:

---

<sup>75</sup> Vgl. Hof 2009, S. S. 28f

Typ	Beschreibung
<b>Vollzeit-Studierende (Studierende aller Altersklassen)</b>	Nach dem klassischen Studienmodus, bei dem die universitäre Ausbildung „der Beruf“ ist und als Vollzeittätigkeit ausgeübt wird, studiert heute nur noch etwa ein Viertel der Deutschen. Dieses Modell geht davon aus, dass dem Studierenden 5 Tage pro Woche Vollzeit für das Studium zur Verfügung stehen, sechs Semester bzw. drei Jahre für einen Bachelorabschluss, weitere vier Semester, bzw. zwei Jahre, für einen (konsekutiven) Master. Viele der Veranstaltungen weisen eine Anwesenheitspflicht auf, die wenigsten bieten flexiblere Varianten, wie E-Learning oder Teilzeitangebote. Studierende dieser Gattung sind in der Regel alleinstehend und haben ein finanzielles Polster, sodass sie nicht arbeiten müssen. Das Vollzeitstudium ist – mit zunehmenden positiven Ausnahmen – der Quasistandard der Bildungsangebote deutscher Hochschulen und Universitäten.
<b>Teilzeit-Studierende (Studierende aller Altersklassen)</b>	<p>In Deutschland studieren de facto etwa 75 Prozent aller Immatrikulierten Teilzeit, es ist also zur Normalität geworden: „Die traditionellen Studierenden, die ihre ganze Zeit und Kraft dem Studium widmen, sind weitgehend zur Fiktion geworden: Das tatsächliche Studienverhalten hat sich aus vielerlei Gründen verändert. In erster Linie führen die Erwerbstätigkeit neben dem Studium und familiäre Belastungen bei Studierenden mit Kindern zu einem faktischen Teilzeitstudium.“<sup>76</sup> In vielen Universitäten wurde das offenbar noch nicht in dieser Tragweite realisiert oder – und das ist wahrscheinlicher – diese Entwicklung weitestgehend ignoriert oder fiel schwerfälligen Verwaltungen und Präsidien zum Opfer. Nach wie vor sind die Curricula so geplant, dass eine regelmäßige (teilweise verpflichtende) Anwesenheit vorausgesetzt wird und (Abschluss-) Prüfungsphasen komplett am Stück zu absolvieren sind. Durch den Bologna-Prozess wurde dieses Problem, trotz der Modularisierung der Studiengänge, verstärkt.<sup>77</sup> Der Umstand, dass durch die o.a. Gründe nicht die volle Zeit dem Studium gewidmet werden kann, erfordert auch, „dass zahlreiche Studierende stärker als in früheren Zeiten darauf angewiesen sind, anrechenbare Studienleistungen zu akkumulieren, um schließlich den gewünschten Studienabschluss zu erreichen.“<sup>78</sup> Eine entsprechende Unterstützung dieser Anforderungen müssen die Hochschulen gewährleisten und so in ihre Curricula, Studienpläne und Prüfungsordnungen integrieren. Der Bologna-Prozess hat dies zwar zur Grundlage gemacht, aber die Realität der „einfachen Anrechenbarkeit von Teilleistungen“ (verschiedener Institutionen) ist in vielen Fällen eine andere – eine Illusion.</p> <p>Da zukünftig die de-facto Teilzeit-Studierenden die wichtigste Gruppe der – ohnehin zukünftig sinkenden – Neuimmatrikulationen sein wird, ist die Etablierung der Option zum Teilzeitstudium eine der wichtigsten in der höheren Bildung überhaupt. Und eben so ist es auch in den Statuten des Lebenslangen Lernens gefordert. Ein möglicher Lösungsansatz, die Probleme von Anwesenheit und Zeit zu kompensieren, ist die teilweise Umstellung der Studiengänge auf E-Learning (vgl. III.5).</p>
<b>Ältere Studierende – berufsbegleitend Studierende</b>	<p>Lebenslanges Lernen bedeutet insbesondere eine Heraufsetzung der Altersspanne der Studierenden. War früher ein Großteil der Studierenden (je nach Bildungssystem, bzw. Land, und persönlichem Werdegang) ca. zwischen 17 und 25 Jahren alt (und nur in Ausnahmen älter), wird es im Rahmen der Einführung des Lebenslangen Lernens zu einer Durchdringung der Bildungsinstitutionen mit allen Altersklassen kommen. Insbesondere sind damit Studierende durchschnittlichen Alters von etwa 25-64 Jahren gemeint, die im Rahmen berufsbegleitender Weiterbildungsmaßnahmen wieder zur Zielgruppe von Bildungsinstitutionen werden. Diese Personengruppe wird in den USA und dem Vereinigten Königreich als „ältere Studierende“ („mature students“) bezeichnet.</p> <p>Die Zielgruppe der älteren Studierenden wird zukünftig eine wichtige Zielgruppe auf dem „Bildungsmarkt“ werden, vor allem, um die in Deutschland (aus demographischen Gründen) dann sinkenden Zahlen von Neuimmatrikulationen zur Erstausbildung auszugleichen.<sup>79</sup> Derzeit sind die deutschen Universitäten auf die Anforderungen dieser Gruppe nicht vorbereitet, die nicht nur ein berufsbegleitendes Teilzeitstudium verlangt, sondern vor allem auch stark auf die Berufssituation angepasste Curricula.</p>
<b>Senioren</b>	Die Gruppe der Senioren wird durch Personen bestimmt, die nicht mehr aktiv im Berufsleben teilnehmen und somit nicht mehr als „ältere Studierende“ bezeichnet werden. Es kann hier von Personen im Alter (stark) jenseits von 60 Jahren ausgegangen werden, die entweder noch Weiterbildungsmaßnahmen in Anspruch nehmen oder sich aus (also ohne direkten beruflichen Bezug) Interesse in bestimmten Bereichen informieren und bilden wollen. Für diese ist das „informelle Lernen“ wichtiger, als das formale (vgl. VI.2.2.2). Sie haben andere Anforderungen an ihre weitere Kompetenzentwicklung, insbesondere kommt es ihnen eher auf den Erhalt von

<sup>76</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 96<sup>77</sup> Vgl. Knapper, Cropley 2000, S. 65<sup>78</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 96<sup>79</sup> Vgl. Knapper, Cropley 2000, S. 66f

	Fertigkeiten an, weniger auf den Neuerwerb. Heute ist diese Gruppe der Studierenden bereits in den Hochschulen vertreten – z.B. als sog. „Kontaktstudenten“, die nicht immer einen akademischen Abschluss anstreben. Da sich Senioren in der Regel auf ein Vollzeitstudium mit Präsenzunterricht einlassen können, sind hier keine konkreten Justierungen bzgl. Teilzeit oder digitaler Auslieferung der Lerninhalte notwendig. Wohl aber einige Anpassungen im Sinne der Barrierefreiheit; sowohl bezogen auf Gebäude und Infrastruktur der Hochschule, als auch auf die Aufbereitung der Inhalte.
<b>Studierende ohne Hochschulzugangsberechtigung</b>	In letzter Zeit kommen ebenso Programme auf, die das Studieren erlauben, obwohl keine explizite Hochschulzugangsberechtigung (z.B. in Form des Abiturs) besteht. Diese sind vor allem im Weiterbildungssektor allokiert, z.B. in Form spezieller Kooperationen mit Fach- oder Volkshochschulen, die öffentliche Sprachkurse für alle anbieten. Eine feste organisatorische Verankerung in Hochschulen besteht zumeist nicht, eher abgetretene Nutzungsrechte von Räumen oder die Öffnung der Kursangebote zur Erhöhung der Teilnehmerzahlen.

**Tabelle 7: Typen von Lernern im Rahmen des Lebenslangen Lernens<sup>80</sup>**

Geht man davon aus, dass die o.a. Gruppen zunehmend Hochschulen für ihre Aus- und Weiterbildung nutzen, wird sich die Zielgruppe „Lerner“ vergrößern – in Menge und Vielfalt. Die Anforderungen dieser Gruppen hinsichtlich der Ausgestaltung einer E-Learning-Software sind in Abschnitt III.4 angegeben.

### **Bildungsbiographien**

Lebenslanges Lernen bildet im Vergleich zu bisherigen Bildungsprogrammen den Aus- und Weiterbildungsprozess auf das gesamte Leben eines Individuums ab und wird Teil des Lebenslaufs, Teil der eigenen Biographie – zusammengefasst mit dem Begriff „**Bildungsbiographie**“.<sup>81</sup> Die Ausdehnung des Begriffs reicht, beginnend bei der Entwicklung vom Baby zum Kind oder der Sammlung von Erfahrungen im Kindergarten, weiter bei der Ausbildung in der Schule, der Ausbildung oder dem Studium, bishin zu den Weiterbildungsphasen während des Berufslebens oder dem Lernverhalten im Ruhestand und umfasst den kompletten Aufbau, bzw. die Umschichtung, von Wissen in dieser Zeitspanne.<sup>82</sup> Auf diese Weise „verschwimmt die Trennung zwischen Entwicklung und Bildung“<sup>83</sup> und die lebenszeitliche Dimension des Lernens wird erkenn- und, vor allem in Form der sog. „Biographieforschung“, analysierbar.<sup>84</sup>

Im Kontext des Lebenslangen Lernens ist es mit einer zumindest teilweisen Visualisierung einer solchen Bildungsbiographie möglich, unterschiedliche Strategien zu unterscheiden. So zeigt Abbildung 3 den Vergleich zweier Typen in Bezug auf die vier Säulen des deutschen Bildungssystems: Einerseits das „*Lernen auf Vorrat*“, das etwa dem heutigen Ausbildungssystem entspricht. Dabei werden das komplette Wissen und alle notwendigen Qualifikationen

<sup>80</sup> Eine ausführliche Aufstellung ist dem Anhang unter VI.2.2.1.2 beigelegt.

<sup>81</sup> Hof 2009, S. S. 28f

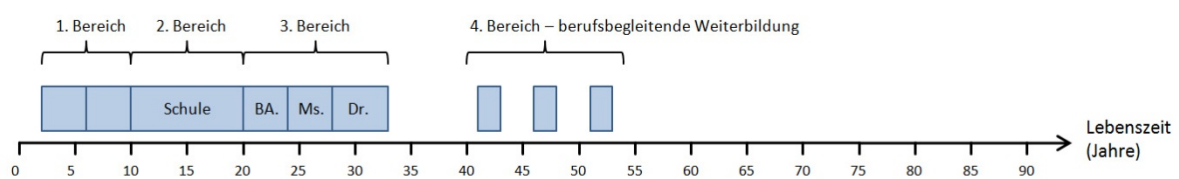
<sup>82</sup> Vgl. Dausien, B. in Herzberg 2008, S.167f

<sup>83</sup> Hof 2009, S. 123

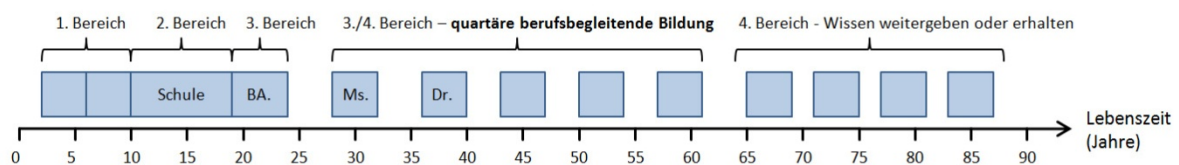
<sup>84</sup> Vgl. Dausien, B. in Herzberg 2008, S.164f

vor dem Einstieg in das Berufsleben „am Stück“ erworben. Andererseits wird die im Sinne des lebenslangen Lernens propagierte *Lernbiographie* vorgestellt. Die Gegenüberstellung zeigt, dass die Erstausbildung im neuartigen Verständnis deutlich schneller abgeschlossen ist (junge Absolventen dem Arbeitsmarkt also schneller zur Verfügung stehen) und, dass im Laufe des Berufslebens notwendiges Fachwissen bei Bedarf („on demand“) nachgelernt werden kann. Der **quartäre Bildungsbereich** bezeichnet dabei die **berufsbegleitende Weiterbildung**, die der erste (einzige?) Realisierungsschritt des lebenslangen Lernens sein wird (vgl. VI.2.1.6).

### Heute: „Lernen auf Vorrat“ (starres Ausbildungssystem)



### Morgen: „Lebenslanges Lernen“ (flexibles Ausbildungssystem)



### Säulen des Bildungswesens (Bereiche)

1. Elementar- und Primarbereich (Kindergarten, Vorschule, Grundschule)
2. Sekundarbereich (weiterführende Schulen, berufliche Bildung)
3. Tertiärer Bereich (Hochschulen/Universitäten)
4. Quartärer Bereich (berufliche oder private Weiterbildung)

Teilnahme an staatlichen, beruflichen oder privaten Bildungs- oder Weiterbildungsmaßnahmen

Bereiche 1-3: überwiegend formales Lernen, Bereich 4: informelles Lernen

**Abbildung 3: Zeitstrahl – Vergleich typischer Bildungsbiographien<sup>85</sup>**

In der Diskussion rund um das lebenslange Lernen werden ein schnellerer Berufseinstieg und die Abkehr vom „Lernen auf Vorrat“ als großer **Vorteil** empfunden. Dies mag aus Unternehmenssicht daran liegen, dass Absolventen nach Ihrem Hochschulabschluss ohnehin noch weiter geschult und auf die speziellen Bedürfnisse des Betriebs (z.B. in Bezug auf bestimmte Verfahrensweisen oder Technologien) „angepasst“ werden müssen. Dies kann auch in Form einer (internen) Weiterbildungsmaßnahme erfolgen. Gleiches gilt für spätere Lernbedarfe, die durch veränderte Verfahrensweisen, technologischen Wandel, Wechsel der Aufgabenbereiche durch Karriere oder einen generell veränderten Erfahrungsschatz der Mitarbeiter begründet

<sup>85</sup> Eigene Darstellung.



sein können. Ebenso kann die formale Entwicklung und Bewertung verschiedener Bildungsbiographien aus subjektpsychologischer Perspektive **kritisch** betrachtet werden. Aus den Biographien kann eine Art „Bescheinigung“ entstehen, die Zeugnis darüber ablegt, wie „effektiv“ ein Individuum im Bereich des Wissenserwerbs vorangekommen ist oder zumindest, „wie oft“ an einer Maßnahme teilgenommen wurde. Dies könnte zu dem Drang führen, „immer“ zu lernen. Das Lernen wird somit zum direkten Konkurrenten der Freizeit und der Muße, die als begünstigende Faktoren für Kraft, Ideen und Kreativität angesehen werden.<sup>86</sup>

Es kann festgehalten werden, dass im Kontext der Entwicklung einer E-Learning-Lösung für die Aus- und Weiterbildung in MINT-Disziplinen vor allem die Berücksichtigung der individuellen Anforderungen der heterogenen Gruppe der Studierenden im Hinblick auf deren lebenslangen Lernprozess, bzw. Bildungsbiographien, wichtig ist. In der Realität bezieht sich diese Forderung allerdings auf die Schaffung flexibler Weiterbildungsmaßnahmen (im universitären Umfeld) und deren Erweiterung in die digitale Welt. Denn der Schwerpunkt heutiger – politischer und gesellschaftlicher – Bemühungen zur Realisierung des Lebenslangen Lernens betrifft nahezu ausschließlich berufsbegleitende Weiterbildungen.

#### **II.4.3. E-Learning zur Ausgestaltung des Lebenslangen Lernens?**

Die Grundzüge und Anforderungen des Lebenslangen Lernens lassen sich sinnvoll mit den Eigenschaften und Angeboten von (Blended) E-Learning kombinieren. Insbesondere für die Realisierung der Forderung nach Lernangeboten, die unabhängig von Ort und Zeit stattfinden (vgl. VI.2.2.1) und sich möglichst flexibel auf die Erfordernisse des jeweiligen Lernalters einstellen können (vgl. VI.1.1.1.5) ist der Einsatz von (Techniken wie bei) E-Learning derzeit nahezu ohne Alternative. So verwundert es auch nicht, in Veröffentlichungen rund um die Themen „Informations- und Kommunikationstechnologie“ und „Lebenslanges Lernen“ immer mal wieder die folgende Aussage zu lesen/hören: „Technologie und E-Learning kann den Traum vom Lebenslangen Lernen möglich machen“. Doch ist E-Learning dadurch prädestiniert, die (einzige) Grundlage für die Realisierung des Lebenslangen Lernens zu werden?

Zunächst kann festgestellt werden, dass es einige allgemeine Verknüpfungspunkte von E-Learning und Lebenslangem Lernen gibt<sup>87</sup>:

1. **E-Learning ist ein offenes System**, das die nötige Flexibilität für die neuartigen Lernszenarien bietet, die das Lebenslange Lernen impliziert (z.B. Unabhängigkeit von Ort und Zeit für berufsbegleitende Lerner) und helfen kann, verschiedenste Zugangsbarrieren abzubauen oder zumindest abzumildern.

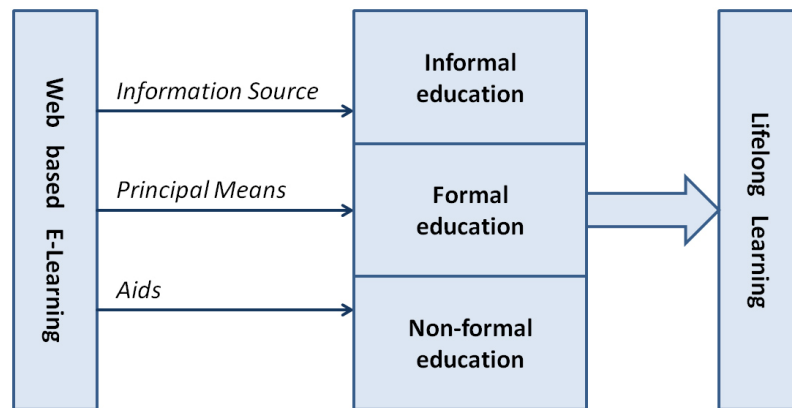
---

<sup>86</sup> Vgl. Lerch 2009, S.153ff

<sup>87</sup> Vgl. Dali 2008, S. 249

2. **E-Learning ist ein intermediäres System**, das ermöglicht, die Vorteile einer institutionellen Aus- oder Weiterbildung mit der Flexibilität des virtuellen Lernens zu kombinieren, die für berufsbegleitendes oder zeitlich und räumlich nicht restriktives Lernen notwendig sind.
3. **E-Learning ist ein interaktives System**, das neue Lernszenarien und Kommunikation ermöglicht und dabei die Kreativität der Lehrer und Lerner weniger einschränkt als reine institutionelle Aus- und Weiterbildung, sondern durch neue didaktische Ansätze und multimediale Möglichkeiten sogar unterstützt.

Weiterhin ergeben sich durch den Einsatz von E-Learning einfache Möglichkeiten, die auf unterschiedliche Lebensphasen ausgerichteten Lernarten – formales, non-formales und informelles Lernen (vgl. VI.2.2.2.1) – gleichermaßen anzubieten (vgl. Abbildung 4) und somit die Diversität der Studierenden zu berücksichtigen und jeden individuell anzusprechen.



**Abbildung 4: Begünstigende Effekte von E-Learning für das Lebenslange Lernen<sup>88</sup>**

Im Rahmen einer konkreten Umsetzung des Lebenslangen Lernens zeigen sich zudem folgende spezielle Möglichkeiten zur Umsetzung einzelner Forderungen:<sup>89</sup>

- **Neue Lernszenarien:** Teilzeitstudium (z.B. für alleinerziehende Elternteile) kann einfach umgesetzt werden, da E-Learning hohe Flexibilität bietet
- **Digitale Lerninhalte:**
  - Auslieferung unabhängig von Zeit oder Ort möglich. Auch andere Restriktionen der Verfügbarkeit (z.B. im Vergleich zu gedruckten Büchern in Bibliotheken) entfallen<sup>90</sup>
  - Die Wissensmenge und das Detailwissen, welches es – z.B. in hoch spezialisierten MINT-Bereichen im Rahmen berufsbegleitender Weiterbildungen – heute auszugleichen gilt, ist immens angestiegen. Große und flexible Lernin-

<sup>88</sup> Dali 2008, S. 249

<sup>89</sup> Vgl. Knapper, Cropley 2000, S. 5

<sup>90</sup> Matthews in Knapper, Cropley 2000, S. 146

halte können einfacher aufbereitet, kombiniert und verändert werden, wenn diese digital vorliegen. Ebenso ergeben sich dadurch erheblich Mehrwerte, z.B. die multimediale Präsentation.<sup>91</sup>

- **Adressierung heterogener Studierender:** Im Rahmen des Lebenslangen Lernens sind Lerner nicht mehr nur junge Menschen in der Erstausbildung, sondern können jedes Alter haben. Wichtig ist es also, stark auf die unterschiedlichen Bedürfnisse dieser Menschen einzugehen („Diversität der Studierenden“, vgl. VI.1.1.1.5). Dies ist mit einer E-Learning-(Teil-) Lösung natürlich deutlich einfacher möglich.
- **Soziale Vernetzung:** Kollaborative oder Blended E-Learning-Szenarien helfen, berufsbegleitende Alleinlerner zu unterstützen und soziale Kommunikation zu fördern – und das durch digitale Methoden auch über weite Entfernungen hinweg.
- Die **Personalisierung** wird möglich: Lernmaterialien, Lernumgebungen, Lernszenarien können individuell variiert werden.
- **Kostenreduktion:** Durch das teilweise Wegfallen von Präsenzveranstaltungen können in Institutionen Kosteneinsparungspotentiale genutzt werden, durch Auslagerung von Funktionalitäten in Webportale können Verwaltungen verschlankt werden.

Ein Vergleich des klassischen Studiensystems mit dem des Lebenslangen Lernens zeigt weitere Eigenschaften und Vorteile auf:

Traditioneller Modus	Lifelong Learning Perspektive
Beschränkter Zugang	Offener Zugang
Zulassung durch Hochschulzugangsberechtigung (HZB)	Anerkennung beruflich erworbener Kenntnisse und Erfahrungen
Für Jüngere	Für alle Altersgruppen
Selektion nach Leistung	Lernmöglichkeiten für alle
Vollzeit	Vollzeit, Teilzeit, Abendstudium, etc.
Ortsgebunden	Fernstudium, virtuelles Studium, selbstorganisiertes Lernen
Lineare Studiengänge mit Abschlussprüfungen	Modularisierung, Kreditpunktesysteme
Fachorientiertes Studium	Kompetenzen, Problemlösungen
Studienabschlussorientiert	Flexibel
Akademische Erstausbildung	Lernprozesse
Einheitliches Hochschulsystem	Differenziertes Hochschulsystem

**Tabelle 8: Vergleich von Studiensystemen – Klassisch vs. Lebenslangen Lernen<sup>92</sup>**

Allerdings gibt es auch eher nachteilige Argumente. Viele davon können als Gegenargumente oder Einschränkungen der o.a. Vorteile gelten, sind aber zumeist durch einfache Justierungen der Ausrichtung oder Systemeigenschaften der späteren Lösung abschwächbar:

<sup>91</sup> Vgl. Herold, T. in Kurth 2006, S. 15

<sup>92</sup> Kerres et al. 2009, S. 350

- Vielfältige **Zugangsbarrieren**:<sup>93</sup>
  - für *ältere Studierende* im Umgang mit den Softwarelösungen (Lösung: barrierefreie Angebote mit hoher Usability schaffen und Einarbeitungskurse anbieten) und neue Art der Kommunikation im Internet (derartige Probleme werden sich größtenteils „verwachsen“)
  - für *sozial schwache* Schichten: Ausschließliche digitale Verfügbarkeit erfordert den Besitz entsprechender (lokaler und mobiler) Geräte und einen konstanten Zugang zum Internet mit entsprechend hoher Bandbreite
  - für eher *bildungsferne Schichten*: Weiterbildungen werden eher von Vorgebildeten angenommen
  - für *Menschen mit Behinderung*, die E-Learning evtl. nicht (komplett) nutzen können (Lösung: auf Barrierefreiheit achten!)
  - für *Migranten*: Sprachbarriere (Lösung: mehrsprachiges Angebot)
- **Hohe Anschubinvestitionen**: Eine Umsetzung entsprechender Softwarelösungen – die genau auf die Zielgruppen zugeschnitten sind – ist aufwendig und teuer.
- **Digitale Vereinsamung**: Die Verlagerung von Teilen der Ausbildung in die digitale Welt kann für eine Vereinsamung und sinkende soziale Kompetenzen sorgen (Lösung: Blended Learning-Angebote schaffen und auf soziale Vernetzung achten)
- **Nicht universell**: E-Learning bietet gute Chancen für die Umsetzung der Teile des Lebenslangen Lernens, die sich auf erwachsene Lerner beziehen. Zur Abbildung der Entwicklungsphase von (Klein-) Kindern ist es ungeeignet.

Abschließend kann festgestellt werden, dass die Informationstechnologie und das E-Learning ein Fundament für die Einführung und Umsetzung von Teilen des Lebenslangen Lernens in der modernen Gesellschaft sein wird – und in gewissem Umfang ist dies auch schon geschehen. Dieser Schluss wird durch die Tatsache gestützt, dass sich derzeit schlichtweg noch keine anderen Szenarien anbieten, die z.B. die schier unbegrenzte Auslieferung der Inhalte oder die Flexibilität für Studierende, die durch mobile Geräte entstehen kann, ermöglichen. Gleichwohl kann bei einer derartigen Kombination nicht von einer „kompletten“ Umsetzung die Rede sein, ist das Lebenslange Lernen in Gänze doch mehr als Teilzeitlernen, Weiterbildung und Flexibilität.

Wie eine konkrete Verschmelzung von E-Learning und Lebenslangem Lernen für die universitäre Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich in Form einer Softwareplattform aussehen könnte und an welche Best-Practice-Empfehlungen man sich dabei halten kann, wird im nächsten Kapitel ausführlich skizziert.

---

<sup>93</sup> Vgl. Laur-Ernst 2002

### **III. Entwicklung eines Rahmenwerks für zielgruppenspezifische Blended E-Learning-Strategien für MINT-Disziplinen**

Werden Blended E-Learning-Lösungen für MINT-Disziplinen und Lebenslanges Lernen geplant, müssen dabei vielfältige Anforderungen berücksichtigt werden. Diese werden überwiegend dadurch geprägt, dass der Fächermix des MINT-Bereichs unterschiedlichste Anforderungen an die Repräsentation und Aufbereitung der Lerninhalte im E-Learning-System (vgl. II.2.3 und III.6) sowie die Didaktik stellen. Zudem erfordert das Paradigma des Lebenslangen Lernens vielfältige Justierungen an bestehenden Ausbildungsprogrammen (und ggf. zugehörigen E-Learning-Lösungen), wobei jedoch ein Großteil dieser Eigenschaften durch die Rahmenbedingungen an den beheimatenden Institutionen vorgegeben ist.

In diesem Kapitel wird nun ein Rahmenwerk vorgestellt, das die Basis für eine Umsetzung von Blended E-Learning in Kombination mit Lebenslangem Lernen im MINT-Bereich bildet und die dabei auftretenden Fragestellungen vorstellt, diskutiert und Lösungsansätze bietet. Die im Rahmen einer Umsetzung des Lebenslangen Lernens notwendigen institutionellen Veränderungen des Ausbildungssystems werden hier größtenteils ausgeklammert und sind als Hintergrundinformation dem Anhang unter VI.2.2.4 beigelegt. Der Fokus dieser Beschreibung aus der Perspektive der Informatik wird also weitestgehend auf die softwaretechnische Realisierbarkeit mit aktuellen Webtechniken und dafür notwendige Szenarien gelegt.

#### **III.1. Zielsetzung dieses Rahmenwerks**

Grundsätzlich wird unter einem Rahmenwerk ein eher „theoretisches Gerüst“ oder auch ein „Ordnungsrahmen“ verstanden, innerhalb dessen sich eine konkrete (softwaretechnische) Umsetzung bewegen soll. Der Begriff wird am häufigsten in der Softwareentwicklung verwendet, um einen spezifizierten Rahmen zur Programmierung von objektorientierter oder komponentenbasierter Software zu bieten. Dieser vereinfacht nicht nur die Entwicklung durch die Verwendung zur Verfügung stehender Entwurfsmuster oder Methoden, sondern stellt sicher, dass das Ergebnis bestimmter – zuvor definierter – Rahmenbedingungen entspricht.<sup>94</sup>

#### **Was ist dieses Rahmenwerk?**

Thematisch betrachtet ergibt sich der Schwerpunkt des hier angegebenen Rahmenwerks aus dem Titel der Arbeit: *„Rahmenwerk für zielgruppenorientiertes Blended E-Learning im MINT-Bereich im Kontext des Lebenslangen Lernens“*. Anders – mit Gewichtung der einzelnen Themengebiete – gesagt, soll als Ergebnis also eine Beschreibung vorliegen, wie eine

---

<sup>94</sup> Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Framework>, abgerufen am 03.09.2012

konkrete Blended E-Learning-Lösung technisch gestaltet und umgesetzt werden muss, damit sie einerseits die populäre und bereits oben ausführlich dargestellte Idee des Lebenslangen Lernens unterstützt und andererseits auf die Bedürfnisse der involvierten Zielgruppen im MINT-Bereich eingehen kann. Nicht zuletzt soll die Lösung natürlich technisch am „State of the art“ ansetzen, qualitativ hochwertig sein und als „Best Practice“ einen nachhaltigen Betrieb in realem Einsatz ermöglichen.

Der Aufbau der folgenden Beschreibung basiert auf den Schritten, die für die Entwicklung einer E-Learning-Lösung zu durchlaufen sind. Die so entstehende Gliederung gibt einerseits einen guten Einblick über die jeweiligen Planungsaufgaben und zeigt andererseits die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Phasen. Zwar könnte eingewendet werden, dass einige Planungsschritte zur Straffung der Darstellung ausgeklammert werden könnten. In der Realität ist dem aber nicht so, da in und zwischen den einzelnen Schritten viele Abhängigkeiten bestehen, die einen großen Einfluss auf die Qualität des Ergebnisses haben können (vgl. VI.1.1.2). Somit orientieren sich die von diesem Rahmenwerk abgedeckten Planungs- und Entwicklungsentscheidungen an folgender Aufstellung:<sup>95</sup>

- **Problemanalyse:** Welche Probleme bestehen in der konkret gewählten Aus- und Weiterbildungssparte (MINT für Lebenslanges Lernen)?
- **Bedarfsanalyse:**
  - Welche Anforderungen an die Aus-/Weiterbildung (-maßnahmen) ergeben sich daraus, um z.B. einen gewissen Ausbildungsstand herstellen zu können?
  - Welche Personengruppe betrifft dies? Welche Faktoren müssen für diese Gruppe verwendet werden, wie z.B. Vorkenntnisse, Erfahrungen, Lernstile, interkulturelle Merkmale, Handicaps, etc.?
  - Betriebswirtschaftlich orientiert: Gibt es einen Markt für das geplante Angebot?
- **Wissens- und Aufgabenanalyse:** Zusammenstellen des Lehrstoffs für die gewählte Themenrichtung und Zielgruppe
- **Ressourcenanalyse:** Stehen genügend Ressourcen in Form von Material, Personen, Zeit, Geld und Rechten zur Verfügung?
- **Analyse des Einsatzkontextes:** Wo und wie soll gelernt werden? Wie müssen die Lernmaterialien dafür aufbereitet sein (Instruktionsdesign, Sprache, etc.)?
- **Designentscheidungen:** Verwendung eines speziellen Instruktionsdesignmodells oder eigene Lösung?
- **Erstellung der Inhalte:** Lehrstoff einteilen in Lernobjekte, Sequenzierung der Lern-

---

<sup>95</sup> Vgl. Niegemann et al. 2004, S. 52ff

module, Berücksichtigung von Interaktivität und Adaptivität, Erstellung von Text- und multimedialen Inhalten wie Audio und Video

- **Technische Umsetzung des E-Learning-Angebots:** Wie können die Ergebnisse der Bedarfsanalyse, der Ressourcenanalyse und die Designentscheidungen bzgl. der Inhalte und deren Darstellung umgesetzt werden, welche Software ist dafür nötig, welche Technologien bzw. Verfahrensweisen?
- **Qualitätssicherung und –management:** Wie wird die Qualität einer E-Learning-Lösung bemessen, welche Kriterien gibt es und wie wird die Qualität gesichert?
- **Nachhaltiger Betrieb:** Wie kann ein andauernder Betrieb gewährleistet werden?

Zunächst werden diese Fragen in diesem Kapitel (III) als theoretisches Konzept erarbeitet und diskutiert. Im Kontext der späteren Belastbarkeit des Rahmenwerks werden die so gefundenen Lösungen aber parallel in der Praxis angewendet und einer Prüfung unterzogen, die als Feedback für Anpassungen dienen können. Die in Kapitel IV beschriebene Entwicklung einer realen Blended E-Learning-Lösung für die Technische Informatik zeigt in Form von softwaretechnischen Realisierungen also viele Best-Practice-Ansätze, die das Rahmenwerk abrunden.

### Was ist es nicht?

Dieses Rahmenwerk ist keine (interdisziplinäre) „Komplettanleitung“ zur Erstellung von E-Learning-Anwendungen, da dies deutlich zu umfangreich wäre. Wohl aber kann sie einige konzeptionelle wie auch praktische Handlungsempfehlungen geben, insbesondere in Bezug auf technische Umsetzungen für den MINT-Bereich und das Lebenslange Lernen. Der Fokus liegt somit klar auf Themengebieten der Informatik, andere Disziplinen sind größtenteils ausgeklammert. Der oben beschriebene Prototyp als „Visualisierung des Rahmenwerks“ zeigt viele implementierte Beispiele, ist aber keine Umsetzung aller vorgestellten Konzepte.

## III.2. Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich

Im Rahmen der Entwicklung einer E-Learning-Lösung für den MINT-Bereich muss zunächst geklärt werden, welche Anforderungen „MINT“ an die Aus- und Weiterbildung allgemein stellt. D.h. welches Wissen, welche Qualifikationen, Kompetenzen und Methoden auf welche Weise vermittelt werden sollen, oder zumindest welches Anforderungsprofil die späteren Aufgaben aufweisen. Anhand dessen kann ein theoretisches Ausbildungsszenario geschaffen werden, das es dann in Form einer E-Learning-Software abzubilden gilt.

Dieser Abschnitt definiert nun derartige Anforderungen, zeigt im Kontext des E-Learnings entstehende thematische und entwicklungstechnische Herausforderungen und geht insbesondere auf Zugangsbarrieren und Lösungsmöglichkeiten ein.

### III.2.1. Anforderungen an Absolventen des MINT-Bereichs

Jede Fachdisziplin hat ureigene Anforderungen an die Aus- und Weiterbildung. Für die Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und andere ingenieurwissenschaftliche Fächer gilt, dass einerseits das Themengebiet und somit auch die zu vermittelnden Inhalte komplexe, zu meist abstrakte und (mathematisch) modellierte Zusammenhänge aufweisen. Andererseits stellen diese Fächer auch besondere Anforderungen an die Qualifikation ihrer Absolventen. Insgesamt ist zwar – wie überall – ein fundiertes Faktenwissen notwendig, vor allem ist hier aber die Fähigkeit zur Abstraktion, das Einordnen von Wissen in einen größeren Gesamtzusammenhang und insgesamt die kreative Anwendung der erlernten Methoden für neue Zwecke in Form von gedanklichen Transferleistungen obligatorisch. Beispiele dafür können z.B. Mathematiker sein, die anhand des Grundwissens bestimmter Gesetzmäßigkeiten mithilfe von Methoden (z.B. Beweise) neue Zusammenhänge erschließen. Oder aber auch Ingenieure, die Grundkenntnisse von Maschinenbau, Physik und Chemie sowie z.B. das Wissen „wie ein Motor funktionieren kann“ so neu kombinieren, dass sich als Ergebnis leistungstärkere oder brennstoffsparende Aggregate daraus ergeben. Weiterhin sind in einer globalisierten Welt soziale und kulturelle Fähigkeiten vonnöten, um in (internationalen) Teams erfolgreich arbeiten zu können.

Im Rahmen der Aus- und Weiterbildung durch E-Learning müssen unterschiedliche Qualifikationen – Schlüsselqualifikationen, Fachkompetenz, Methodenkompetenz und soziale Kompetenz – vermittelt werden (vgl. VI.2.2.2.4). Dazu soll folgende Einteilung der Kompetenzbegriffe angenommen werden:<sup>96</sup>

- **Schlüsselqualifikationen:** Wiederholung/Auffrischung des Schulwissens in Form von Aufgaben, Gruppenübungen/-projekten, regelmäßigen Fachdiskussionen oder (spontanen) Präsentationen von Ergebnissen
- **Fachkompetenz:** Der Aufbau von grundlegendem und erweitertem Wissen in den benötigten Themenbereichen durch Vorlesungen, Seminare und studentische und/oder Industrieprojekte
- **Methodenkompetenz:** Studentische Projekte (im Team oder alleine) trainieren diese Kompetenzen und helfen diese auszubauen. Sie sind zwar thematisch für jede MINT-Disziplin unterschiedlich, bilden aber das Fundament für das unabhängige, selbständige Lösen von Problemen
- **Sozialkompetenz:** Das „Erlernen“ von „social skills“ ist relativ schwierig, da es von der Persönlichkeit, den Gefühlen und dem Leben des Studierenden abhängt. Eine „Social Software“-Komponente kann helfen, Barrieren abzubauen. Weiterhin sind

---

<sup>96</sup> Möller, Sitzmann 2012, S. 200



Teamprojekte mit kontinuierlich wechselnden Rollen für Studierende eine hilfreiche Maßnahme, um den eigenen Weg der Problemlösung innerhalb von Gruppen mit unterschiedlichen Partnern zu finden.

Im Kontext der realen Entwicklung eines elektronisch unterstützten Aus- und Weiterbildungssystems ist eine Erweiterung dieser Aufstellung notwendig, welche die einzelnen Maßnahmen bzgl. der einzelnen Kompetenzen detaillierter aufschlüsselt. Dies ist in Bezug auf die jeweilige MINT-Disziplin (und sogar auf dessen Teilgebiete) zu betrachten, deren Qualifikations- und Methodenbedarf sich unterscheiden: Mathematik ist etwas Anderes als Maschinenbau, der Bau von Verbrennungsmotoren ist etwas anderes als der Bau von Elektromotoren. Zusammenfassend gilt: Es gibt grundsätzliche Überschneidungen, Details differieren. Einen Eindruck über die Abbildung der Kompetenzen auf eine E-Learning-Lösung mag die folgende Tabelle 9 bieten:

„Competency	Potential Value Added by Online Education
(a) An ability to apply knowledge of mathematics, science and engineering.	Working with real problems in companies at a distance. Increases availability of problems particularly to remote locations.
(b) An ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data	Experimental skills could be improved with access to remote resources that might otherwise not be available.
(c) An ability to design a system, component or process to meet designed needs.	Working in distributed design teams at different colleges, working with selected industries would enhance the learning experience.
(d) An ability to function on multidisciplinary teams.	Online methods can more easily provide the capability of merging non collocated groups – e.g., adding students at a business school.
(e) An ability to identify, formulate and solve engineering problems.	Capturing knowledge, methods and legacy can be a formidable enhancer of applicative competencies. Online methods permit adding real-world experiences that will assist students to identify, formulate and solve problems.
(f) An understanding of professional and ethical responsibility.	An understanding through online case studies, including more easily reaching real people who have had ethical problems, would be a benefit to understanding
(g) An ability to communicate effectively.	Online education will assist in writing (asynchronous systems) and speaking (synchronous systems).
(h) The broad education necessary to understand the impact of engineering solution on a global and societal context.	The internet provides an increasingly global capability people to work and learn together. It is essential to cast education in the milieu in which life-long learners of engineering will find themselves working throughout their careers.
(i) A recognition of the need for, and an ability to engage in life long learning.	Learning to learn in off-campus modalities while still on campus will greatly assist the transition to life-long learning.
(j) A knowledge of contemporary issues.	Integration with the internet-enabled world permits combining education with current knowledge.
(k) An ability to use the techniques, skills and modern engineering tools necessary for engineering practice.	Many engineering tools are internet-based. Online students will adapt easily to learning and using these tools and be prepared for their utilization in engineering practice.”

**Tabelle 9: Nutzen von E-Learning für die Entwicklung MINT-spezifischer Kompetenzen<sup>97</sup>**

<sup>97</sup> Bourne et al. 2005, S. 136

Wenngleich sich diese Darstellung eher auf den ingenieurwissenschaftlichen Bereich bezieht, können daraus schon viele grundsätzliche Maßnahmen zur Ausgestaltung der E-Learning-Lösung für den MINT-Bereich auch in Kombination mit dem Lebenslangen Lernen entnommen werden. Beispielsweise werden die Wichtigkeit von einem praktischen Bezug und der Teamarbeit herausgestellt, die z.B. in „Case Studies“ oder anderen Projekten (in Kooperation mit Unternehmen) erreicht werden können. Dafür bietet das E-Learning-System die organisatorische Grundlage: Sowohl als Plattform, die Personen zusammenführt, die sich sonst womöglich nicht getroffen hätten, als auch für die Durchführung solcher Projekte an sich. Dies kann z.B. in Form von sozialer und kollaborativer Software (Groupware<sup>98</sup>) sein, die zum Austausch von Gedanken, Meinungen, Dokumenten oder Ergebnissen anregt und somit Menschen von verschiedenen Standorten in einer virtuellen Arbeitsumgebung miteinander vernetzt.

### **III.2.2. Herausforderungen der Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich**

Die Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich – insbesondere, wenn sie durch E-Learning umgesetzt werden soll – sieht sich allerdings auch einigen Herausforderungen gegenüber gestellt. Zunächst sei erwähnt, dass die Nachteile und Probleme, die das Blended E-Learning und das Lebenslange Lernen mit sich bringen, natürlich auch zu Herausforderungen für eine Umsetzung im MINT-Bereich werden. Zudem muss im Rahmen einer konkreten Umsetzung für eine MINT-Disziplin geprüft werden, welche notwendigen Eigenschaften oder Wünsche an das System sich als (spätere) Hürden herausstellen können. Eine Zusammenfassung der dafür zu diskutierenden Punkte zeigt die folgende Liste:

- **Politische und allgemeine Ziele:**
  - *Erhaltung und Etablierung des MINT-Standorts Deutschland*
  - *Schaffung eines fundierten und effektiven Aus- und Weiterbildungssystems für MINT-Fachkräfte* – die Entwicklung einer Blended E-Learning-Lösung ist ein Schritt in diese Richtung.
  - *Steigerung der Attraktivität des MINT-Bereichs:* „Anlocken“ von mehr Studierenden, vor allem von *Frauen*<sup>99</sup>, für MINT-Disziplinen. Diesem Problem widmet sich dieses Rahmenwerk nicht gezielt, es kann aber davon ausgegangen werden, dass durch die multimedialen Aufbereitungen, die Nutzung neuester mobilen Technologien und den Schritt in Richtung „Digital Natives“ die Ausbildung im MINT-Bereich generell attraktiver gestaltet werden kann, was auch eine Erhöhung des Frauentils bedeuten kann. Ebenso lassen sich spezielle

---

<sup>98</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Groupware>, abgerufen am 29.03.2013

<sup>99</sup> Quaiser-Pohl et al. 2010, S. 7

Angebote für Frauen mithilfe einer digitalen Lernumgebung einfacher gestalten als in einer „analogen Institution“.

- *Lebenslanges Lernen als Standard*: Unterstützung neuer flexibler Lernszenarien Vollzeit, Teilzeit, Weiterbildung, etc. als Angebot der Hochschule oder Universität.

- **Studierende, Dozenten, Unternehmen:**

- *Berücksichtigung der Interessen von verschiedenen Zielgruppen* (vgl. III.4)
- *Zugangsbarrieren*: Lernumgebungen können aus verschiedenen Gründen Probleme für den Nutzer bedeuten: Technische Probleme (Computer, Internet, etc.), Überforderung oder fehlende Erfahrung, Technikangst, etc.
- *Diversität von Studierenden*: Menschen können sehr verschieden sein, dies gilt es, zu berücksichtigen (vgl. VI.1.1.1.5).

- **Inhaltliches Angebot und Programme:**

- *Darstellung der Inhalte*: Komplexe und theoretische Inhalte des MINT-Bereichs müssen speziell für Alleinlerner aufbereitet werden (vgl. VI.1.2.2).
- *Fundiertes Basis- und Praxiswissen in der MINT-Ausbildung*: Das inhaltliche Grundangebot sollte so beschaffen sein, dass einerseits notwendiges Fachwissen vermittelt wird, andererseits aber auch praktische Ausbildungsformen zum Standard werden (Bachelor)
- *Spezielles Fachwissen und Forschung in MINT*: konsekutive Studienmöglichkeiten schaffen (Master, Joint-Ph.D). Auch für Weiterbilder.
- *Zielgerichtete MINT-Weiterbildung*: Die Inhalte müssen so beschaffen sein, dass sie eine effektive und zielgerichtete Aneignung von Fachkenntnissen ermöglichen (Zertifikate). Hinzu kommt die Integration der Unternehmen, damit die Inhalte die Bedürfnisse eben dieser widerspiegeln. Firmenkooperationen werden zum Standard.

- **Zugehörige Didaktische Grundsätze:**

- *Lernprozesse unterstützen*: Didaktik so aufbauen, dass informelle und selbstständige Lernprozesse angeregt und Alleinlerner motiviert werden.
- *Lernszenarien für veränderte Lebensentwürfe*: Voll-/Teilzeitstudien, komplette digitale Verfügbarkeit aller Lernmaterialien, soziale Vernetzung, etc. müssen bei der Planung und Strukturierung der Lernprozesse berücksichtigt werden
- *Vielfältige Lernformen*: Selbsttest/Übungen, Präsenzphase, Gruppenarbeit/Teamwork, Problem based Learning, Virtuelle Labore/Remote Labs, etc.

- **Rahmenbedingungen für das System:**<sup>100</sup>

- *Modernste Softwaresysteme:* Umsetzung auf dem Stand der Technik mit Berücksichtigung der zu erwartenden Trends. Für MINT aufbereitete multimediale Inhalte müssen vom System problemlos dargestellt werden können. Komplette Unterstützung von M-Learning, Social Software/Web 2.0 und Multimedialität als Standard der „Digital Natives“.
- *Inhaltsmanagement:* Inhalte müssen wiederverwendbar sein und auf allen gängigen Geräten plattformunabhängig zur Verfügung stehen
- *Verfügbarkeit und Nachhaltigkeit* des Angebots sicherstellen.

Die meisten der hier aufgeführten Probleme ergeben sich derzeit aus der Tatsache, dass Unterschiede der Studierenden, verschiedene flexible Lernszenarien oder unterschiedliche Darstellungsformen oder Visualisierung von abstrakten und theoretischen Inhalten in der „Analogen-Welt“ kaum realisierbar sind. Wie bereits erwähnt, kann dies durch einen angemessenen Einsatz von E-Learning verbessert werden. Ebenso offenbaren sich in vielen Bildungsprogrammen Zugangsbarrieren für die Lerner. Welche das sind und wie diese im Rahmen der Einführung oder Umstellung auf E-Learning vermindert werden können und auch, welche neuen sich daraus ergeben, zeigt der kommende Abschnitt.

### III.2.3. Überwindung von Schranken und Zugangsbarrieren durch E-Learning

Bezogen auf heutige Bildungsinstitutionen und das Lebenslange Lernen finden sich in der aktuellen Literatur vielfältige kritische Stimmen, die über verschiedene Schranken (und Zugangs-) Barrieren berichten.<sup>101</sup> Wie in der bisherigen Darstellung schon deutlich geworden ist, lassen sich viele davon durch einen konsequenten und durchdachten Einsatz von E-Learning abschwächen oder sogar beseitigen, wie Tabelle 10 zeigt:

Schranke oder Barriere	Lösung durch E-Learning
I. Die Zeitschranke	<b>Vernetzte Lernphasen – Virtualisierung der Zeit</b> <i>Vernetzte Lernphasen I: Expansion der Lernzeit</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsaufzeichnungen</li> <li>• Veranstaltungsvor- und Nachbereitung</li> <li>• Nutzung von Kommunikationsmethoden</li> </ul> <i>Vernetzte Lernphasen II: Wechsel von asynchronen und synchronen Lernphasen</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Virtualisierung der Zeit (Simulation, Zeitraffer)</li> <li>• Zeitraffer, Zeitlupen und historische Perspektiven</li> </ul>

<sup>100</sup> Eine konkrete und komplette Ausarbeitung dieser Liste findet sich unter III.7.4.

<sup>101</sup> Vgl. z.B. Schulmeister 2006, Kuhlenkamp 2012, oder Niegemann et al. 2004

<b>II. Die Raumschranke</b>	<b>Vernetzung und Virtualisierung verteilter Objekte</b> <i>Vernetzung verteilter Lernobjekte und Lernorte</i> <i>Virtualisierung von Lernobjekten und Lernorten</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Virtuelle Labore</li> <li>• Virtuelle Exkursionen</li> <li>• Virtuelle Patienten und Tiere</li> <li>• Virtuelle Gänge durch Lernorte</li> </ul>
<b>III. Die Analog-Digital-Schranke</b>	<b>Interaktivität von Lernobjekten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kombination von diskreten und kontinuierlichen Medien</li> <li>• Interaktivität der Lernobjekte</li> <li>• Dynamisierung diskreter Medien</li> <li>• Bidirektionalität von Medien</li> <li>• Üben mit interaktiven Lernobjekten</li> </ul>
<b>IV. Die Normenschranke</b>	<b>Expansion der Lernchancen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Individualisierung des Lernens</li> <li>• Personalisierung des Lernmaterials</li> <li>• Berücksichtigung der Diversität</li> <li>• Partizipation aller im Unterricht</li> <li>• Barrierefreiheit (Gebärdenspracheübersetzer, Avatar)</li> <li>• Neue Lerntheorien und Lernmodelle, Vernetzung von Perspektiven</li> </ul>

**Tabelle 10: Durch E-Learning mit Multimediaeinsatz überwindbare Schranken<sup>102</sup>**

Sollen Zugangsbarrieren und Schranken in der Aus- und Weiterbildung, wie zuvor angegeben, durch E-Learning abgebaut werden, sind dafür auf Seiten des Anbieters Webserver (die auch für das Hosting „normaler“ Webseiten genutzt werden) ggf. mit erhöhten Ressourcen (Speicherplatz, Datenbanken, Rechenleistung und vor allem hoher Bandbreite) für multimediale Inhalte nötig. Als Software können Webanwendungen oder Standard (Lern-) Softwaresysteme zum Einsatz kommen, die ggf. um eigene Funktionalitäten zu erweitern sind. Wichtiger ist allerdings die Seite des Benutzers bzw. der Studierenden, da sich hier die technischen Schranken stärker bemerkbar machen würden. Da E-Learning-Webanwendungen aber lediglich aktuelle Client-Rechner mit aktuellen Webbrowsern voraussetzen, muss keine weitere spezielle Software berücksichtigt werden.

Wenngleich das E-Learning viele Schranken abzubauen hilft, entstehen durch dessen Einsatz aber auch wieder neue: Einerseits sind hier technische Schranken anzuführen, wie z.B. das Bereithalten entsprechender Hardware und Internetverbindungen. Andererseits sind Zugangsbarrieren anzusprechen, die sich auf das Individuum beziehen, z.B., wie selbstverständlich der Mensch mit der zur Verfügung gestellten softwarebasierten Lernumgebung umgehen kann oder, ob evtl. eine Angst/Scheu vor diesen neuen Technologien besteht. Allerdings treten in der Regel die meisten dieser Schranken in der Praxis gar nicht auf: So steht heute in über drei Vierteln aller deutschen Haushalte ein internetfähiges Gerät mit dauerhaftem Breitbandan-

<sup>102</sup> Schulmeister 2006, S. 207ff

schluss zur Verfügung.<sup>103</sup> Zusätzlich zur technischen Ausstattung kann bei zukünftigen Studierenden (auch „ältere Lerner“) in Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen des MINT-Bereichs davon ausgegangen werden, dass die (grundsätzliche) Fähigkeit zum Bedienen von Webanwendungen vorhanden ist oder zumindest kurzfristig erreicht werden kann.

### III.3. Überblick über bisherige Arbeiten und Rahmenwerke in diesem Gebiet

Bis zum Ende des ersten Internetbooms Ende der 1990er Jahre gab es einen vergleichbaren Hype auch in der E-Learning-Szene: Es wurden viele Projekte staatlich oder privatwirtschaftlich gefördert, einige davon mit nicht unerheblichen Summen. Somit gab es im europäischen und deutschen Ausbildungssektor viele Angebote, von denen allerdings eine Vielzahl nach dem Ende der jeweiligen staatlichen Förderung wieder in der Versenkung verschwunden sind (vgl. VI.1.1.4). Auch im Bereich des E-Learnings für die berufliche Weiterbildung im Rahmen des Lebenslangen Lernens oder (aus Teilgebieten) des MINT-Bereichs wurden bereits einige Erfahrungen (überwiegend) in Form von Forschungsprojekten gesammelt. Teilweise sind aus diesen kommerzielle Lösungen oder Rahmenwerke entstanden, andere Projekte wurden aus o.a. Gründen nicht weitergeführt. Eine Übersicht über den Stand des Wissens in der elektronisch gestützten Ausbildung für MINT und Lebenslanges Lernen zeigt folgende Übersicht anhand ausgewählter Projekte:

- **Australian Flexible Learning Framework**<sup>104</sup>: Eine von der Australischen Regierung finanzierte E-Learning-Initiative, die „vocational and technical education“ (VTE) anbietet und dafür auf E-Learning und zugehörige Techniken zurückgreift. Daraus ist ein fundiertes Rahmenwerk entstanden, das viele Fragen der Umsetzung und des Betriebs von E-Learning-Lösungen abklärt, wie z.B. E-Learning-Didaktik und Techniken, neue Lernarten, Benchmarking, Qualitätsmanagement, etc. (2000-heute)
- **The Learning Factory**<sup>105</sup> (Manufacturing Engineering Educational Program): Einrichtung zur Unterstützung der Produktentwicklung durch ein Ausbildungsprogramm, das auf der Entwicklung von neuartigen Curricula in den Ingenieurwissenschaften und der Verknüpfung von Präsenzunterricht und praktischen Erfahrungen basiert. (1994-heute)
- **ITO-Projekt** („Information Technologie Online“)<sup>106</sup>: Deutsches Projekt im Förderprogramm „Neue Medien in der Bildung“ zur Entwicklung einer E-Learning-Lösung mit Single-Source-Ansatz für technische Disziplinen. (2001-2003)

<sup>103</sup> Stand: Mitte 2008, <http://www.pcwelt.de/news/ARD-ZDF-Onlinestudie-2012-76-Prozent-der-Deutschen-sind-online-6481357.html>, abgerufen am 04.01.2013

<sup>104</sup> <http://www.flexiblelearning.net.au/>

<sup>105</sup> DeMeter et al. 1996, <http://www.lf.psu.edu/>

<sup>106</sup> <http://www.ipvs.uni-stuttgart.de/abteilungen/as/forschung/projekte/ito>

- **WWR-Projekt** („Wissenswerkstatt Rechensysteme“)<sup>107</sup>: E-Learning-Projekt speziell für die Entwicklung von modularen Lerninhalten für Technische Informatik und ein zugehöriges E-Learning-System. Entwicklung eines skalierbaren Speicherformats für Lerninhalte („ML<sup>3</sup>“)<sup>108</sup>, vgl. dazu auch Abschnitt III.7.5.2). (2001-2004)
- **Projekt E<sup>2</sup>xzellenz**<sup>109</sup>: Blended-Learning Angebot für exzellente Master-Studentinnen der Naturwissenschaft und Technik auf dem Weg zur Führungskraft – Leitfaden, speziell für die Förderung von Frauen und weiblichen Führungskräften im MINT-Bereich, Initiative „Chancen=Gleichheit, Gleiche Chancen für Frauen und Männer“.
- **ITL**<sup>110</sup> („Integrated Teaching and Learning“): Schulische Ausbildung für Ingenieurwissenschaften („undergraduates“) anhand von Laboren und E-Learning, Entwicklung von Methoden und Didaktik. (1992-heute)
- **Metacoön**<sup>111</sup>: Open Source Framework für Lernmanagement, Wissensverwaltung, Alumnibetreuung, Carreerservice, Projektkoordination und Authoring. (2000-heute)
- **W3L**<sup>112</sup> („Web Life Long Learning“): Aus einem Forschungsprojekt hervorgegangene E-Learning-Plattform zur Realisierung Lebenslangen Lernens durch E-Learning. Heute werden die Angebote privatwirtschaftlich vertrieben. (2001-heute)
- **L<sup>3</sup>**<sup>113</sup> („Lebenslanges Lernen – Weiterbildung als Grundbedürfnis“): Bundesleitprojekt zur „Schaffung einer organisatorischen und technischen Service-Infrastruktur zur Sicherung der lebensbegleitenden Weiterbildung als Grundbedürfnis für die Bevölkerung“ durch Aufbau eines institutionellen und technischen Netzwerks für den Betrieb eines entsprechenden E-Learning-Programms mit lokalen Servicezentren. (1998-2003)
- **MUMIE**<sup>114</sup> („Online Math Education“): Webbasierte Open-Source E-Learning-Plattform für die Lehre in Mathematik. (2001-heute)
- **VHN-TIO** (Virtuelle Hochschullandschaften Norddeutschland – Technische Informatik Online)<sup>115</sup>: Projekt zur Entwicklung eines auf Single-Source-Publishing basierenden E-Learning-Systems für die Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich, speziell für „Technische Informatik“ und die konzeptuelle sowie praktische Erstellung innova-

---

<sup>107</sup> <http://www.wwr-project.de/de/index.html>

<sup>108</sup> <http://www.ml-3.org/>

<sup>109</sup> Projekt E<sup>2</sup>xzellenz, <http://www.hs-furtwangen.de/willkommen/die-hochschule/zentrale-services/institut-fuer-angewandte-forschung/forschungsschwerpunkte/innovations-genderforschung/esup2supxzellenz.html>, abgerufen am 20.01.2013

<sup>110</sup> Vgl. Carlson 1999, S.20ff, [http://itll.colorado.edu/modular\\_experiments/experiment\\_directory/](http://itll.colorado.edu/modular_experiments/experiment_directory/), abgerufen am 06.08.2012

<sup>111</sup> <http://www.metacoön.net/>, abgerufen am 14.01.2013

<sup>112</sup> <http://www.w3l.de/>

<sup>113</sup> Ehlers et al. 2003,

<sup>114</sup> <https://www.mumie.net/>

<sup>115</sup> <http://www.ti-online.org/>, abgerufen am 01.11.2010

tiver Lerninhalte unter Berücksichtigung neuer Trends wie Mobile Learning und Lebenslanges Lernen. Grundlage der vorliegenden Arbeit. (2009-2013)

Diese vergleichende Aufstellung zeigt, dass es zwar sehr viele Arbeiten im allgemeinen Bereich des E-Learnings und Lebenslangem Lernens oder mit ingenieurwissenschaftlichem Schwerpunkt gibt. Eine Kombination beider, die bei der Systementwicklung insbesondere noch verschiedene Zielgruppen berücksichtigt, gibt es hingegen nicht. Ebenso beschränken sich die meisten der o.a. Ergebnisse auf den Einsatz von Standard-Software und -LMS-Systemen, wodurch viele Chancen im Bereich der technischen Anreicherung und Verbesserung der Lehre im MINT-Bereich ungenutzt bleiben. Das soll in dieser Ausarbeitung nachgeholt werden, allerdings unter Berücksichtigung der Erfahrungen obiger Projekte. Frei nach dem Zitat „Das ist das Schöne an einem Fehler: man muß ihn nicht zweimal machen.“<sup>116</sup>, sind im folgenden Rahmenwerk Erfahrungen aus anderen E-Learning-Initiativen eingeflossen und dann an entsprechender Stelle direkt angeführt.

### **III.4. Zielgruppen beim zukünftigen E-Learning und im Kontext des LLL**

In der klassischen Aus- und Weiterbildung waren die Rollen klar verteilt: Einerseits gab es Studierende oder Lerner. Andererseits gab es die Lehranstalt, die sich im Lehrbetrieb in Form von Professoren, Dozenten oder Tutoren zu erkennen gab. Im Kontext des zu planenden Ausbildungssystems – das Blended E-Learning mit MINT und Lebenslangem Lernen kombiniert – lohnt jedoch ein erneuter Blick. Hat die klassische Rollenverteilung noch Gültigkeit?

Betrachtet man das neue Aus- und Weiterbildungsszenario etwas abstrahierter auf Subjektebene, zeigt sich nämlich ein verändertes Bild, neue Personenkreise mit unterschiedlichsten Interessen werden sichtbar.

#### **III.4.1. Bestimmen von Zielgruppen und charakteristischen Anforderungen**

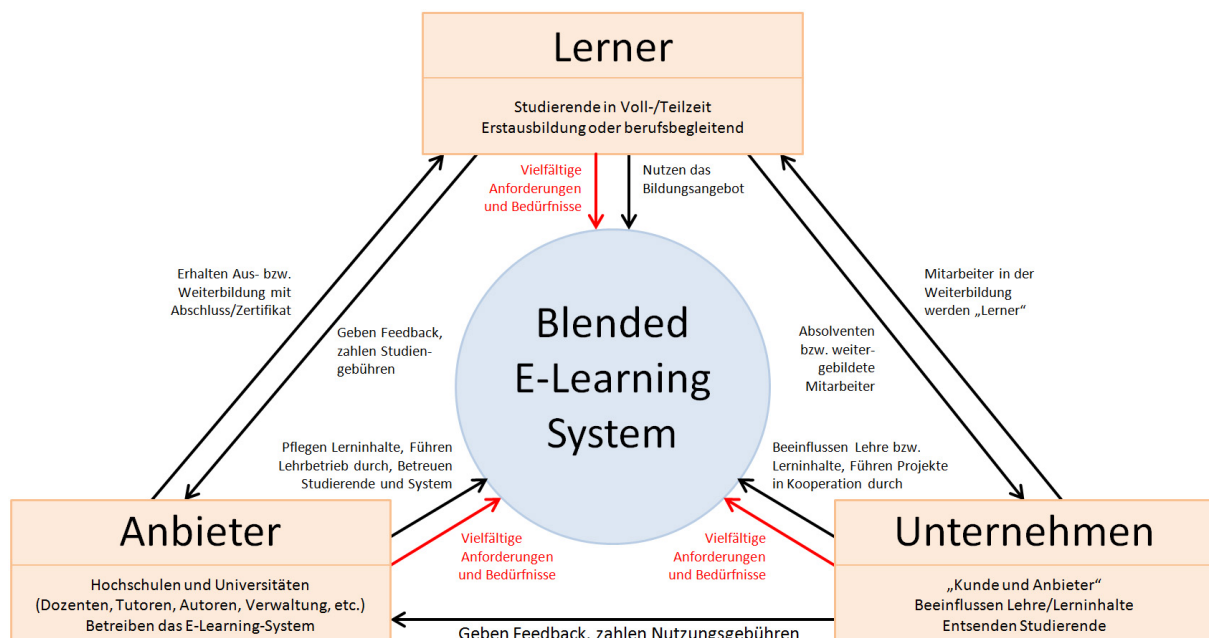
Ausbildungsverhältnisse bestehen zunächst natürlich aus dem **Lerner** (bzw. Studierenden), dem das Lehrpersonal (wie z.B. Professoren, Dozenten oder Tutoren) gegenüber steht. Das Lehrpersonal wiederum ist eingebettet in eine **Institution**, wie z.B. einer Hochschule oder Universität. Soweit ist die Rollenverteilung geklärt. Das Paradigma des Lebenslangen Lernens schließt nun jedoch noch weitere zu unterscheidende Gruppen mit ein: Einerseits betrifft dies die Lerner bzw. Studierenden, die sich nun in ihrem Alter stark unterscheiden können, da die reine Erstausbildung um die Weiterbildung ergänzt wird und somit die zu erwartende Zielgruppe (zumindest theoretisch) in einem Bereich zwischen Teenagern und Senioren pen-

---

<sup>116</sup> Von Thomas Alva Edison, amerikanischer Erfinder



deln kann. Andererseits kommt im Ausbildungssystem des Lebenslangen Lernens noch eine ganz neue Zielgruppe hinzu: **Unternehmen** oder andere Firmen, bei denen die „lebensbegleitenden Lerner“ arbeiten, die fachspezifisch weitergebildet werden sollen/wollen. Unternehmen vereinen zwei Rollen in sich: Sie liefern Lerner, bzw. Studierende, die weitergebildet werden sollen – im Gegenzug dazu stellen sie aber auch Forderungen an die Ausbildungsinstitutionen. Diese sind z.B. ein angepasstes, auf die praktischen Ziele des Unternehmens ausgerichtetes, Curriculum, überhaupt die Möglichkeit, Lerninhalte einfach anzupassen, ggf. geschlossene Nutzergruppen, falls Teile des Ausbildungsmaterials Firmengeheimnisse enthalten, etc. Im klassischen System der universitären Ausbildung könnte die dritte Zielgruppe vernachlässigt werden, da hier derzeit noch kein starker Fokus auf dem Anbieten von Weiterbildungsmaßnahmen in Kooperation mit Unternehmen liegt.



**Abbildung 5: Zielgruppen im E-Learning – Perspektiven und Wechselwirkungsprozesse<sup>117</sup>**

Die Frage, warum es verschiedene Zielgruppen zu berücksichtigen gilt, ist schnell beantwortet: Es ist ein fundamentales Qualitätsmerkmal. Denn durch die Berücksichtigung der Anforderungen, können die folgenden Qualitätsfaktoren positiv beeinflusst werden: Qualität und Effektivität der Inhalte (z.B. Praxisbezug), Zufriedenheit der Lerner, Zufriedenheit der Fakultät oder Zufriedenheit der Unternehmen, die Absolventen (als Ressource „Mensch“ wie Güter) „nachfragen“ und „Weiterbilder anbieten“ (vgl. III.10). Zudem wird durch eine Zielgruppenorientierung auch der generellen Forderung des Lebenslangen Lernens nach einer verstärkten Individualisierung und Berücksichtigung von Einzelinteressen entsprochen. Für die

<sup>117</sup> Eigene Darstellung.

weitere Betrachtung sollen also die in Abbildung 5 dargestellten drei Zielgruppen unterschieden werden: **Lerner**, **Anbieter** und **Unternehmen**.

Jede dieser Zielgruppen weist bestimmte, zum Teil konkurrierende, Anforderungen, Erwartungen, Ziele und Wünsche auf, die durch das System erfüllt werden sollen, bzw. müssen. Allen Zielgruppen wird allerdings der Wunsch gemein sein, ein bedarfsgerechtes E-Learning-System zu schaffen, das sich gut einfügt, einfach bedient werden kann und eine qualitativ hochwertige Aus- und Weiterbildung ermöglicht. Die folgenden Abschnitte stellen nun die Zielgruppen und ihre Interessen detailliert vor, erheben dabei aber keineswegs den Anspruch auf Vollständigkeit, da sich die Interessenlage im Speziellen (Institution, Fach, Ausgangspunkt, etc.) natürlich deutlich vielschichtiger darstellt als es diese allgemeine Betrachtung des MINT-Bereichs berücksichtigen könnte.

### **III.4.2. Lerner – Heterogen zusammengesetzte Gruppen als Standard**

Wie bereits gezeigt wurde, wird im Zuge des Lebenslangen Lernens die Diversität der Studierenden deutlich zunehmen. Insbesondere sei hier noch einmal der mögliche Altersunterschied angeführt, der sich bei der Benutzung von E-Learning-Angeboten bemerkbar machen könnte. Dieser bedeutet in der Regel unterschiedliche Vorkenntnisse und Erwartungen an die E-Learning-Umgebung, die es zu berücksichtigen gilt. Zudem kann von den folgenden Typen von Lernern ausgegangen werden, deren Interessen sich teilweise unterscheiden werden:

- Lerner für Vollstudium Erstausbildung
- Lerner für Teilzeitstudium Erstausbildung
- Lerner für berufsbegleitende Weiterbildung mit Abschluss (Teilzeit)
- Lerner für berufsbegleitende Weiterbildung ohne Abschluss (Teilzeit)

Welche konkreten Anforderungen diese an die Lernumgebung, bzw. die E-Learning-Software haben und welche Rolle dabei der Altersunterschied spielen wird, zeigen die beiden folgenden Abschnitte.

#### **III.4.2.1. „Digital Natives“ als neuer Typus von Studierenden**

Ältere Lerner haben eher Probleme damit, (rein) digitale Lernumgebungen anzunehmen und sich darin zurechtzufinden als Jüngere (vgl. Zugangsbarrieren), da ihnen die Art der Präsentation von Inhalten im Internet oder die Kommunikationsmethoden (z.B. durch fehlende Übung oder Erfahrung) schlichtweg weniger geläufig sind. Menschen, die mit diesen Technologien aufgewachsen sind, werden entsprechende Probleme nicht haben und derartige Systeme selbstverständlicher oder intuitiver verwenden – diese werden heute als sogenannte „Digital Natives“ bezeichnet.

*Definition Digital Natives*<sup>118</sup>: Als ‚Digital Natives‘ (dt.: digitale Eingeborene) werden Personen bezeichnet, die mit digitalen Technologien wie Computern, dem Internet, Mobiltelefonen und MP3-Player aufgewachsen sind.<sup>119</sup>

Dabei steht das Konzept der ‚Digital Natives‘ „für einen Wendepunkt der Mediensozialisation. Es umfasst all jene, für die digitale Medien ein natürlicher Bestandteil ihrer erzieherischen, gesellschaftlichen und kulturellen Erfahrung geworden sind. Sie alle verbindet ein weitgreifend von digitalen Medien geprägter Lebensstil. Eine Definition könnte so lauten: ‚Digital Natives ist ein Oberbegriff für nach 1980 geborene Generationen, die mit digitalen Medien, wie Internet oder Mobiltelefon, aufgewachsen sind und diese als natürlichen Bestandteil ihrer Lebenswelt wahrnehmen“<sup>120</sup>. Der Unterschied der Digital Natives zu den „Digital Immigrants“ ist einfach: Während die eine Gruppe mit diesen Technologien aufgewachsen ist und sie zum Mittelpunkt des Heranwachsens sowie ihrer erzieherischen, gesellschaftlichen und kulturellen Erfahrung werden ließen – das „soziale Leben“ findet seit Web 2.0 und Social Networks (Facebook, Twitter, Myspace, Google, etc.) im Internet statt – nehmen die anderen die neue Technologie nur als „Add on“ zu den bestehenden analogen Informationen wahr, werden also tendenziell kritischer damit umgehen.<sup>121</sup> Dennoch können nicht alle „jüngeren Menschen“ als „Digital Natives“ gelten, wie die o.a. Definition vermuten ließe. Vielmehr sind auch andere wichtige Faktoren (Alter, Bildung, Geschlecht, soziales Umfeld, etc.) für das wirkliche Nutzungsverhalten ausschlaggebend und eine pauschale Einordnung unmöglich.<sup>122</sup>

Dennoch ist es offensichtlich, dass gezielt auf Digital Natives ausgerichtet E-Learning-Systeme anders aufgebaut wären und wohl deutlich komplexer sein dürften, als solche, die allen Arten von Benutzern (also unabhängig von den jeweiligen Erfahrung mit Internetanwendungen) für eine effektive Nutzung zu Verfügung gestellt würden. Hier ist ein Mittelweg zu finden, der beiderlei Anforderungen, und vor allem veränderte Lehrmethoden, berücksichtigt, dabei aber eher in Richtung der geübteren Anwender tendiert. Denn es ist sicherlich nicht falsch, bei Lernern im MINT-Bereich eine gewisse Technik-Affinität anzunehmen und an dieser anzusetzen. Abschließend kann bemerkt werden, dass sich der Kenntnisunterschied zwischen „Digital Natives“ und „Immigrants“ zwar mit der Zeit kontinuierlich verkleinern wird, aber derzeit noch zwei zu berücksichtigende Wahrnehmungen von Aus- und Weiterbildung aufeinander prallen: „Our students have changed radically. Today’s students are no

---

<sup>118</sup> Im deutschen Sprachgebrauch werden folgende Begriffe synonym verwendet: „Digital-Native“, „Digitale Einheimische“, „digitale Eingeborenen“, „digitale Ureinwohner“ und ähnliche.

<sup>119</sup> Vgl. <http://www.dnadigital.de/>, oder auch [http://de.wikipedia.org/wiki/Digital\\_native](http://de.wikipedia.org/wiki/Digital_native), abgerufen am 16.10.2012

<sup>120</sup> Frieling 2010, S. 32

<sup>121</sup> Vgl. Frieling 2010, S. 9ff

<sup>122</sup> Vgl. Frieling 2010, S. 36

longer the people our educational system was designed for. [...] Computer games, email, the Internet, cell phones and instant messaging are integral parts of their lives. [...] it is very likely that our students' brains have physically changed – and are different from ours – as a result of how they grow up.”<sup>123</sup>

#### III.4.2.2. Erwartungen von Lernern an das E-Learning-System

Die grundsätzlichen Anforderungen von Lernern an E-Learning-Systeme sind unabhängig davon, ob sie jung, alt, ‚Digital Natives‘ oder ‚Digital Immigrants‘ sind. Denn zunächst sind die Wünsche an die Lernumgebung nicht zwangsläufig an spezielle technische Features geknüpft, sondern beziehen sich eher auf die Umstände des Lernens an sich. Im Rahmen einer Blended E-Learning-Lösung, die ja gezielt das Online-Lernen mit Präsenzunterricht kombiniert, ist zudem ohnehin nicht nur die technische Seite zu betrachten. Für die Konzipierung eines konkreten Angebots sind also sowohl „das Lernen“, dessen organisatorische, didaktische und inhaltliche Planung, wichtig, als auch die Wege, um dies in einer elektronischen Lernumgebung abzubilden. Im Allgemeinen werden die Erwartungen der Lerner folgende Punkte aufweisen:<sup>124</sup>

- System muss **flexiblen Lernprozess** zur Unterstützung **neuer Lernszenarien** bieten, die im Rahmen des **Lebenslangen Lernens** entstehen:
  - Voll- und Teilzeitstudium für Aus- und berufsbegleitende Weiterbildung
  - Räumliche/Zeitliche Unabhängigkeit durch komplette digitale Verfügbarkeit aller für das Lernen relevanten Inhalte
  - Mobiles Lernen, soziale Vernetzung durch Web 2.0/Social Software
  - Ansätze, die Mentoren und Peers anbieten
  - Gründliche/r Orientierungsprozess/Orientierungseinheit, der/die Vertrauen und Selbstbewusstsein zur Nutzung des E-Learning-Systems aufbaut und sich auf die kommende Ausbildung bezieht
  - Berücksichtigung von individuellen Personen- und Persönlichkeitsmerkmalen (Diversität der Studierenden, insbesondere Alter und Lernhintergrund)
  - Berücksichtigung der „Work-Life-Balance“ von Lernern
- **Inhalte** müssen **aktuell** und von hoher **Qualität** sein, sodass eine zielgerichtete, berufsbegleitende Weiterbildung für Alleinlerner gut unterstützt wird.
  - Insbesondere im MINT-Kontext sind theoretische und komplexe Inhalte sinnvoll multimedial aufzubereiten (Abbildungen, Animationen, Simulationen)
  - Inhalte sollen praxisnah auf die Bedürfnisse der Lerner zugeschnitten sein

---

<sup>123</sup> Prensky 2001, S. 23

<sup>124</sup> Vgl. z.B. Häfele 2004, S. 2, vgl. Lerch 2009, S. 176ff

(z.B. als Projektarbeit oder Problem-Based-Learning in Kooperation mit Unternehmen/Arbeitgebern)

- Problemlose **Anerkennung von Vorkenntnissen und Berufserfahrungen**
- Der Erwerb von anerkannten **Zertifikaten** oder **akademischen Abschlüssen** ist wünschenswert
- **Lernplattformen** (LMS, CMS, LCMS) müssen folgende Anforderungen erfüllen:
  - Auf dem aktuellen **Stand der Technik** sein und alle gängigen Technologien, Verfahrensweisen und Trends (auch mobiles Lernen) unterstützen,
  - Technik muss gezielt auf Lehre von **MINT-Fächern** ausgerichtet,
  - Benutzerführung muss einfach und auf jedem System einheitlich sein,
  - Plattformunabhängigkeit garantieren,
  - Umfassende Suche nach/in Lerninhalten ermöglichen
- **Individualisierbar, interaktiv und adaptiv**: Ein System, das die zum Lernerprofil passenden Lernmodule zu einem Kurs zusammenfügt, dem Lerner präsentiert und den Lernfortschritt mitprotokolliert und verwaltet
- Nach der Durchführung des Kurses sollte eine **Wissensüberprüfung** sowie Zertifizierung möglich sein – ein Austausch der Ergebnisse mit anderen Lernplattformen oder „Human Resources“-Applikationen ist wünschenswert
- **Ältere Studierende und Senioren** wünschen sich die Berücksichtigung von:
  - ggf. mangelnder Medienkompetenz,
  - konventionellen Lerngewohnheiten,
  - spezifischen Themeninteressen,
  - besondere Gestaltung der Benutzeroberfläche (wie z.B. visuelle Hilfestellungen, Barrierefreiheit, etc.)
  - Mischung aus Online- (eingeschränkte Mobilität) und Präsenzveranstaltungen (gegen soziale Vereinsamung)

Die Wünsche der Lerner an das E-Learning-System zielen also insgesamt auf die Steigerung der Flexibilität und der Freiheit während des Aus- und Weiterbildungsprozesses und einer stärkeren Berücksichtigung des Individuums, was sich insbesondere in der Forderung nach adaptiven und individualisierbaren Systemen und Inhalten widerspiegelt. Deshalb ist vor allem vor dem Hintergrund der stark heterogenen Altersstruktur der Lerner im Weiterbildungskontext wichtig, dass zwischen verschiedenen Ausgangspunkten und Lernzielen unterschieden wird, z.B. Erstausbildung für Berufseinsteiger, Festigen von Fertigkeiten, Weiterqualifikation in einer mittleren Berufsphase oder die Aufrechterhaltung oder Weitergabe von Kenntnissen gegen Ende des Berufslebens oder im Renten-, bzw. Seniorenalter.<sup>125</sup> All diese Wün-

---

<sup>125</sup> Vgl. Schulmeister 2006, S. 74f

sche zu kombinieren ist nur dann möglich, wenn das institutionelle Lernen stark mit dem E-Learning verzahnt ist. Denn einerseits erfordert dies Änderungen in den Institutionen (z.B. einfache Anrechnung von Vorkenntnissen und Erfahrungen) und Verwaltungen. Andererseits müssen Inhalte und Systeme die starke Individualisierung für jeden einzelnen Lerner unterstützen, was aktuelle Learning-Management-Systeme derzeit nicht tun.

### **III.4.3. Anbieter – Bildungsinstitutionen wie Universitäten und Hochschulen**

Neben den Lernern sind die Anbieter des Lehrangebots der zweite fundamentale Bestandteil einer Aus- oder Weiterbildungsbeziehung. Im Kontext dieser Betrachtung soll aber nicht allgemein von „Anbietern“, „von der Lehranstalt“ oder „vom Professor“ gesprochen, sondern einzeln differenziert werden, welche einzelnen Gruppen und Interessenlagen sich dahinter verbergen. Daher werden zunächst folgende zwei Facetten unterschieden:

- **Institutionen:** Im Allgemeinen handelt es sich dabei um eine Hochschule oder Universität, also eher eine „meinungslose Hülle“, welche Personen „beheimatet“
- **Personen:** Zur Durchführung des Lehrbetriebs oder dem Betrieb der Institution notwendiges Personal (z.B. Professoren, Dozenten, Verwaltungspersonal, aber auch Präsidien oder Fakultäten, etc.). Diese werden im folgenden Abschnitt vorgestellt.

Es fällt auf, dass es eigentlich gar keine Anforderungen „der Institution an sich“ gibt, sondern diese durch die Interessen der dieser zugehörigen Personen gebildet werden. Wird im Folgenden also von den Anforderungen „der Institution“ gesprochen, sind damit die akkumulierten Interessen aller zugehörigen Personen gemeint, was insbesondere auch Interessen größerer Gruppen einschließt, wie die Meinung einer Fakultät oder politische Entscheidungen. Eine detaillierte Erörterung der jeweiligen Anforderungen liefern die kommenden Abschnitte.

#### **III.4.3.1. Menschen: Lehrer, Tutoren, Dozenten, Professoren und Autoren**

Die Durchführung des Forschungs- und Lehrbetriebs an klassischen Hochschulen oder Universitäten basiert auf vielfältigen Aufgabenfeldern und Personen, die diese abdecken. Die folgende Liste zeigt einen Überblick der **Personen**, die zur Sicherstellung der Forschung, des Lehrbetriebs und zur Administration der Institution notwendig sind und gibt einen Einblick in die konkreten Aufgabenbereiche:

- **Professoren/Dozenten:** Fachliche „Köpfe“ der Lehrinstitution, oftmals als Aushängeschild und Garant für Qualität in der Forschung und Lehre. Führen federführend Forschungsprojekte und Lehrveranstaltungen durch. Ebenso zuständig für die Einwerbung von Projekt-/Drittmitteln und teilweise als Schnittstelle zur Wirtschaft.

- **Wissenschaftliche Mitarbeiter** (wissenschaftlicher „Mittelbau“, vermehrt in forschungsorientierten Einrichtungen oder Universitäten): Neben der Verwaltung die klassische „Belegschaft“ der höheren Bildungseinrichtungen. Aufgaben: Bearbeiten Forschungsprojekte, engagieren sich in eigener Forschung (Promotionen oder Habilitationen), begleiten Lehrveranstaltungen (z.B. als Tutoren, siehe unten), arbeiten den Professoren zu und generieren Veröffentlichungen.
- **Tutoren und Übungsgruppenleiter**, im Fall von E-Learning „Tele-Tutoren“: Diese haben folgende Funktionen<sup>126</sup>: Motivieren des Lernalers, Vermitteln zusätzlicher Informationen/Lerninhalte, Lernaktivität steuern, Lernprozess moderieren/begleiten, Feedback, Lernerfolg kontrollieren). Im Rahmen von E-Learning verändert sich das Kommunikationsmedium dieser Funktionen und basiert dann komplett auf dem Internet (Chat, Forum, Video-Telefonat wie z.B. Skype).
- **Autoren von Lernmaterialien** (falls abweichend von Professoren): Die Erstellung von didaktisch und inhaltlich wertvollen Lerninhalten erfordert Wissen und Geschick, ist aufwendig und zumeist kostenintensiv. Entweder durch Professoren, wissenschaftliche Mitarbeiter und/oder externe Autoren, insbesondere im E-Learning-Kontext unter Mithilfe von Instruktionen- und/oder Multimediadesignern.
- **Verwaltungen** (Umsetzung von politischen Regeln oder Mitarbeiterinteressen): Stellen den ordnungsgemäßen Betrieb gemäß der einschlägigen Regularien (Prüfungsordnungen, etc.) sicher: Abwicklung von Forschung und Lehre, Verwaltung von Budgets und Gebäudemanagement, etc.
- **Präsidium, Fakultäten oder Dekanate**: Leitende Stellen, die direkten Einfluss auf die Gestaltung von Forschung, Lehre, Budgetierung, Verwaltung und die Durchführung von Innovationsprojekten, wie die Einführung von E-Learning oder dem lebenslangen Lernen, haben, indem entsprechende Regularien entwickelt und verabschiedet werden.
- **Politische Interessen** oder Vorgaben aus den Ministerien der Länder oder des Bundes: Diese Instanz reicht „von außen“ Vorgaben oder „Vorschläge“ an die (teilweise autonomen/selbstverwalteten) Lehrinstitute heran. Diese orientieren sich oftmals am populistisch-politischen Geschehen, daher womöglich nicht immer realistisch und praktikabel.

Gleichwohl sind bei der Realisierung und dem Betrieb von E-Learning-Angeboten nicht alle Personenkreise gleichermaßen involviert. Es gilt daher, die Anforderungen dieser Gruppen (vgl. III.4.3.3) an die Beschaffenheit der zu planenden Lösung entsprechend zu gewichten und anhand dieser Priorisierung umzusetzen.

---

<sup>126</sup> Ehlers et al. 2003, S. 84

### **III.4.3.2. Institutionen: Präsidien, Verwaltungen und politischer Hintergrund**

Es soll nicht verschwiegen werden, dass politische Vorgaben und die unterschiedlichen Instanzen der Steuerung (und) des Verwaltungsapparats im Allgemeinen einen sehr hohen (oder sogar den ausschlaggebenden) Einfluss auf die Realität der Bildungsinstitutionen haben – also auch auf Innovationen im Aus- und Weiterbildungssektor durch E-Learning. Und das, obwohl sie bei der Realisierung und vor allem bei der Durchführung von Lehrveranstaltungen im Alltag einen vergleichsweise geringen Anteil haben werden. Zunächst ist dies natürlich darin begründet, dass bildungspolitische und dann real umgesetzte Innovationen stets eine Bereitschaft zum Wechsel und entsprechende Rahmenbedingungen erfordern. Insbesondere ist hier die Finanzierung solcher Maßnahmen anzuführen. Weiterhin sind bestehende Hierarchien in „gewachsenen Strukturen“ mit teilweise langer Tradition zu beachten, die vor allem auch durch persönliche Interessen, Intrigen oder Zukunftsfeindlichkeit charakterisiert sein können. Generelle Probleme bei der Einführung neuer Strukturen in Bildungsinstitutionen – sei es nun E-Learning oder das Lebenslange Lernen – sind im Anhang in Abschnitt VI.2.1.6 ergänzt.

Vor dem Hintergrund der Realisierung eines konkreten E-Learning-Projekts muss zusammenfassend festgestellt werden, dass Wünsche oder Forderungen der politischen Riege, der Leitung von Hochschulen und des Verwaltungsapparats an derartige Lösungen ernst zu nehmen sind und tendenziell eher innovationsfeindlich sein werden. Insbesondere spielen hier Faktoren der Umsetzung und Kosten eine maßgebliche Rolle (vgl. „Innovationsbarrieren“ in Abschnitt VI.1.2.2). Ausnahmen mögen hier verschlagwortete Programme bilden, die von der aktuellen politischen Diskussion angetrieben werden. Bei der folgenden Betrachtung werden Interessen dieser Gruppen der Vollständigkeit halber zwar aufgeführt, aber zugunsten der Entwicklung eines innovativen Softwaresystems für die lebensbegleitende Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich weniger gewichtet.

### **III.4.3.3. Erwartungen von Anbietern an das E-Learning-System**

Im Allgemeinen werden Hochschulen und Universitäten ihre Anforderungen an E-Learning-Initiativen und -Systeme so auslegen, dass z.B. die folgenden primären Ergebnisse oder Ziele erreicht werden können, wie „Praxisformen des Lehrens und Lernens zu erkunden und zu erproben, Reputationsgewinn in der Scientific Community zu erzielen, Drittmittel aus Förderprogrammen zu akquirieren, die wachsenden Medienansprüche der Studierenden zu bedienen [oder] Abhilfe für die ungünstigen Lernbedingungen der Massenuniversitäten zu schaffen“<sup>127</sup> sind. Diese Aufstellung zeigt, dass nicht alle Ziele oder Anforderungen an derartige Systeme einfach einem Personenkreis zugeordnet werden können, da sie sich eher auf die Rahmenbe-

---

<sup>127</sup> Wache 2003, S. 19f



dingungen einer Umsetzung beziehen. **Anbieter** (Universitäten, Fachhochschulen oder vergleichbare) möchten demnach z.B.:

- heterogene Bildungsnachfragen befriedigen und eine fundierte Ausbildung garantieren
- viele Studierende anlocken und ihren „Status“ als höchste Bildungseinrichtung sichern, bzw. das „Bildungsmonopol“ nicht verlieren
- ein einfach verwendbares System zur Entwicklung und Verwaltung der Lernmaterialien nutzen
- eine kostengünstige Lösung und eine gesicherte Finanzierung der E-Learning-Lösung
- eine technologisch aktuelle Lösung, die die Darstellung der MINT-spezifischen Inhalte auf lokalen und mobilen Endgeräten ermöglicht

Für weitere Anforderungen und für die Durchführung des Lehrbetriebs kann nun eine personenbezogene Betrachtung gewählt werden, die diese Ausgestaltung des E-Learning-Systems beschreibt und nahelegt:<sup>128</sup>

- **Professoren/Dozenten:**
  - System muss einfach zu bedienen sein und sich gut in die Arbeitsabläufe, sowohl des Forschungs-, als auch Lehrbetriebs (inkl. Übungen und Prüfungen), einbinden lassen – es darf den normalen Betrieb also nicht „stören“.
  - Die Lerninhalte müssen für den Lehrbetrieb einfach zur Verfügung gestellt werden können, entsprechende Verwaltungstools sind vorzusehen (s.u.)
  - Bearbeitung und Ergebnisse von Forschungsprojekten müssen durch das System unterstützt werden (z.B. durch Projektaufgaben, die im Rahmen des Online-Lernens durchgeführt werden sollen)
  - Die Darstellung der Inhalte muss Formeln, Symbole, etc. ermöglichen
  - Tests und Übungen müssen online durchgeführt werden können
  - Sofern Professoren/Dozenten weitere Rollen einnehmen, siehe unten.
- **Wissenschaftliche Mitarbeiter (WIMI):**
  - Forschungsinteressen der Wissenschaftlichen Mitarbeiter müssen inhaltlich im E-Learning-System berücksichtigt werden
  - Die Betreuung von Online- oder Präsenzkursen, sowie die Abwicklung von Prüfungen, sollte ohne (verwaltungstechnische) Redundanzen möglich sein
  - WIMIs nehmen in der Regel eine der hier noch aufgeführten Rollen bei der Vorbereitung oder Durchführung des Lehrbetriebs ein (siehe dort)

---

<sup>128</sup> Vgl. Häfele 2004, S. 2

- **Tutoren und Übungsgruppenleiter:**

- System muss Softwarewerkzeuge anbieten, die MINT-relevante Themen auch für das Online-Lernen praxisnah zur Verfügung stellen, z.B. durch Laborübungen in virtuellen oder Remote Labs.
- Online-Übungen und Tests müssen einfach eingestellt, durchgeführt und bewertet werden können
- Verwaltung der Studierenden, Bewertung und entsprechende Statistiken müssen erfassbar sein

- **Autoren von Lernmaterialien:**

- Die Erstellung von Inhalten sollte vom System auch ohne technische Detailkenntnisse unterstützt werden
- Die entwickelten Lernmodule sollten mit (didaktischen) Metadaten versehen und zentral/systemübergreifend abgespeichert und verwaltet werden können
- Zur Steigerung von Wiederverwendbarkeit und Effizienz sollten einzelne Lernobjekte zu neuen Modulen kombiniert werden können.
- Erstellung und Bearbeitung der Inhalte mit gängigen Autorenwerkzeugen

- **Administratoren:** System muss leicht administrierbar sein und sich an gängigen Standards orientieren, um einen nachhaltigen Betrieb zu sichern.

- **Verwaltungen:**

- bestehende Verwaltungsprozesse müssen sich mit dem System abbilden lassen.
- Studierende müssen Kursen zugeordnet, Stundenpläne erstellt werden können, es muss eine Kommunikationsmöglichkeit geben (z.B. internes Mail-System)
- Verwaltung der Studierenden, Bewertung und entsprechende Statistiken müssen erfassbar sein, automatische Generierung von Scheinen, Zeugnissen und Zertifikaten

- **Präsidium, Fakultäten oder Dekanate:**

- Wünschen sich positive Effekte durch die E-Learning-Strategie: Erhöhung der Anzahl der Studierenden, „locken“ bestimmter Zielgruppen, z.B. weibliche Studierende im MINT-Bereich, Festigung der Stellung am Bildungsmarkt, etc.
- Innovative Lösung, die Potential der Bildungseinrichtung zeigt – sich aber gleichermaßen möglichst reibungslos in die bestehenden Rahmenbedingungen in der Institution eingliedert, ohne dass strukturelle Veränderungen notwendig werden (Innovationsbarriere)
- Kostengünstige Lösung, im Idealfall finanziert aus bestehenden Ressourcen

- **Politische Interessen:**

- Kostengünstige Lösung, die dennoch sehr innovativ und „wirksam“ sein soll
- E-Learning-Strategie soll eine positive und innovative Außenwirkung der Bildungseinrichtung ergeben und das bestehende Bildungssystem und neue Facetten davon unterstützen.

Wie bereits erwähnt, werden in dieser eher idealtypischen Betrachtung die Interessen der letzten beiden Gruppen bei der Entwicklung geringer gewichtet, da sich diese in Bezug auf die Innovationskraft teilweise negativ auswirken können. Wird über eine reale Umsetzung von E-Learning-Strategien in Institutionen diskutiert, können diese natürlich keinesfalls vernachlässigt werden, da sie die Entscheidungsgewalt – für oder gegen den Plan – haben werden.

#### **III.4.4. Unternehmen/Industrie – „Kunde und Anbieter“**

Bereits die Ausrichtung eines E-Learning-Systems hinsichtlich konkurrierender Ziele der Zielgruppen „Lerner“ und „Anbieter“ (also Bildungsinstitutionen wie Hochschulen oder Universitäten) kann als große Herausforderung angesehen werden. Die Hinzunahme der Unternehmen – als „Kunde und Anbieter“ zugleich – birgt allerdings noch weitere Unwägbarkeiten, die insbesondere dadurch entstehen, dass Unternehmen als Anbieter von Aus- und Weiterbildungen natürlich einen deutlich anderen Anspruch an die Lehre haben werden, als staatliche Hochschulen oder Universitäten mit gesetzlichem Bildungsauftrag.

##### **III.4.4.1. Besondere Rolle – Anbieter und Nachfrager/Kunde**

Vor dem Wunsch der Einführung des Lebenslangen Lernens in Deutschland war die Beziehung zwischen Bildungsinstitutionen und Unternehmen eher einseitig: Absolventen aus den höheren Bildungseinrichtungen wurden zumeist zu Arbeitskräften in Unternehmen. Im Kontext des Lebenslangen Lernens entwickelt sich aus dieser recht einseitigen Relation nun aber eine Wechselwirkung: Denn im Rahmen berufsbegleitender Weiterbildungen, die von Hochschulen durchgeführt werden, können Mitarbeiter wieder zu „Kunden“ werden und in die entsprechenden Bildungseinrichtungen zurückkehren.

Folglich entsenden Unternehmen ihre Mitarbeiter zur Teilnahme an Weiterbildungsmaßnahmen an die Hochschulen. Dies werden Sie allerdings (zumindest „im großen Stil“) nur dann tun, wenn die dort angebotenen Weiterbildungsangebote stark auf die eigenen Bedürfnisse hinsichtlich praxisorientierter und unternehmensrelevanten Lernziele angepasst sind. Aber wie kann das garantiert werden? Einfach gesagt: Indem Unternehmen selbst Curricula und Inhalte erstellen oder diese zumindest beeinflussen können. Für den Fall, dass Unternehmen die komplette Kontrolle über zu vermittelndes Wissen behalten wollen, gegebenenfalls auch

(patentrechtlich) geheimzuhaltende oder andere firmeninterne Inhalte zu vermitteln sind, fällt dieser Schritt schwer und wird oftmals unmöglich. Deshalb etablieren große Unternehmen eigene Corporate Universities als Kaderschmiede für nach den eigenen Vorstellungen weitergebildete Mitarbeiter (vgl. VI.2.2.5.2) – dies ist aber wohl nur in sehr großen Unternehmen aufgrund finanzieller Gesichtspunkte überhaupt realisierbar.

Allerdings gibt es für Unternehmen aller Größen auch gute Gründe, die Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter „outzusourcen“. Zunächst wird ein rational planendes Unternehmen dabei Kosten und Nutzen abwägen: Sind z.B. die Weiterbildungsziele weniger firmenspezifisch, wird eine externe Weiterbildung der Mitarbeiter kostengünstiger sein (zumal Ausgaben für Weiterbildungen zumeist steuerlich geltend gemacht werden können). Dies ist insbesondere für KMUs maßgeblich, für die sich eigene Weiterbildungsabteilungen aufgrund der geringen Auslastung kaum lohnen würden. Weiterhin kann der Wunsch nach einer „staatlich geprüften“, fundierten Ausbildung und vor allem der Nachweis darüber in Form von akademischen Abschlüssen angeführt werden, die vor allem auch als Motivation der Mitarbeiter zur Teilnahme fungieren können.

Wird die Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter nicht durch firmeninterne oder -eigene Programme gelöst, ist ein Dienstleister vonnöten, der diese Lücke durch ein entsprechendes Angebot schließt. Dieser Anbieter muss sich dann aber die Frage stellen, inwiefern der besonderen Rolle des Unternehmens als „Kunde und Anbieter“ Rechnung getragen werden kann. Denn in Bezug auf E-Learning (bzw. berufsbegleitende Aus- und Weiterbildung an sich) unterscheiden sich die Interessen der Unternehmen und Hochschulen doch deutlich. Abbildung 6 zeigt einen Überblick über die unterschiedlichen Schwerpunkte:



**Abbildung 6: Vergleich der strategischen Schwerpunkte beim E-Learning-Einsatz<sup>129</sup>**

<sup>129</sup> Seufert 2005, S. 52

Bezogen auf die **Lehre** wird deutlich, dass Unternehmen stets ökonomische Interessen verfolgen werden, während bei Hochschulen die Qualität von Inhalten und die Entwicklung von Lehrmethoden im Mittelpunkt stehen. Kurz gesagt sollen Weiterbildungen aus der Perspektive der Unternehmen dafür sorgen, dass die Produktivität (der Mitarbeiter) insgesamt steigt. Die Lehrinhalte müssen sich also am Tätigkeitsfeld des Unternehmens orientieren; diesem vielleicht sogar gleichen. Gleichwohl wird in der Realität eine Kooperation zwischen Unternehmen und Hochschulen auf dieser Basis nicht zustande kommen. Inhaltlich gilt es also, einen Kompromiss zu finden, bei dem eher allgemeine Inhalte der Hochschulen (die bereits stark modular aufgebaut sind) um firmenspezifisches Wissen ergänzt werden. Auf diese Weise können die Ansprüche beider berücksichtigt werden.

Weniger weit auseinander liegen die Interessen beider allerdings im Bereich **Forschung**, denn hier sind auf beiden Seiten Spezialisten zu finden, die in kooperativen Forschungsprojekten gemeinsam an Problemstellungen arbeiten und das jeweils fehlende Fachwissen einfacher ausgleichen können. Im Allgemeinen wird es bei projektbasierter Weiterbildung auch weniger vorgefertigte Lernunterlagen geben, sondern sich der Kompetenzgewinn während des Arbeits- oder Entwicklungsprozesses einstellen. Diese Art der Weiterbildung sollte insbesondere im MINT-Bereich bevorzugt verfolgt werden, da sie stark dem späteren Arbeitsfeld entspricht: Projektbasierte Fragestellungen werden in Teams bearbeitet, durch die unterschiedlichen fachlichen Expertisen entsteht ein gemeinsamer Mehrwert in Form von neuem Wissen (Forschungsergebnisse und informelle Kompetenzentwicklung der Lerner bzw. Mitarbeiter) und kommerziell verwertbaren Ergebnissen.

Unternehmen als „Kunden und Anbieter“ werden ihre Erwartungen an ein E-Learning-System also so wählen, dass sowohl der Bereich der Lehre abgedeckt wird, als auch die praxisnahe Weiterbildung im Forschungsbereich – oder eine Kombination aus beiden – dadurch realisierbar ist.

#### **III.4.4.2. Erwartungen von Unternehmen an das E-Learning-System**

Im Konkreten werden die Anforderungen von Unternehmen an ein E-Learning-System gemäß der „Doppelrolle“ größtenteils die oben angeführten Aspekte der Lerner und Anbieter umfassen. Allerdings sind diese um einige Punkte zu ergänzen, die sich aus der Vermischung der teilweise gegensätzlichen Interessen – quasi als Synergieeffekte – ergeben. Aus der Perspektive der Unternehmen ist natürlich ein primäres Ziel, dass sich die Aus- und Weiterbildung gut mit den spezifischen Aufgaben- und Tätigkeitsfeldern des Unternehmens kombinieren lassen, sodass die Weiterbildung einen wahren Mehrwert bietet (z.B. höhere Produktivität der weitergebildeten Mitarbeiter). Dazu muss das E-Learning-System Folgendes leisten:

- **Inhalte** müssen flexibel zusammengestellt werden können, also anpassbar in Bezug auf Schwierigkeitsgrad, Themen und –Abfolge sein. Im Idealfall werden die Unternehmen die Lernmodule inhaltlich mitgestalten, ein entsprechend offenes System zur gemeinsamen Bearbeitung und zentralen Speicherung ist also vorzusehen.
- Die **Organisation des Lernens** muss sich systemseitig einfach in die Lebenssituation (also den Arbeitsbetrieb oder die Freizeit) der Mitarbeiter/Lerner einbinden lassen (z.B. Zugriff und Erreichbarkeit)
- Zur Motivationssteigerung müssen **Zertifikate** und **akademische Abschlüsse** erreicht werden können (bei Planung der Curricula eines Blended Learning Studiengangs zu berücksichtigen)
- Generelle Erhöhung der **Flexibilität** und **Individualisierung** der Weiterbildung:
  - Lerner/Mitarbeiter sollen zeitlich flexibel und schnell („just-in-time“) weitergebildet werden können. D.h. je nach thematischer Ausrichtung sollte dem Online-Lernen beim Blended Learning mehr Zeit eingeräumt und sichergestellt werden, dass alle Lehrformen auch vom System bereitgestellt werden
  - Inhalte müssen individuell an die Vorkenntnisse und geforderten Lernziele der Lerner/Mitarbeiter anpassbar sein
- **Zielgerichtete Weiterbildung:** Erfahrungswerte und fachspezifische **Vorkenntnisse** von Mitarbeitern/Lernern müssen berücksichtigt werden, z.B. in Form einer **Anrechnung** dieses Wissens beim Besuch von weiterführenden Studiengängen. Eine Einstufung der Kompetenzen erfolgt in der Regel nicht online, sondern in Fachgesprächen oder (Vor-) Prüfungen im Rahmen von Präsenz- oder Praxiseinheiten eines Blended Learning Ansatzes.
- **Praxisnähe:** Lerninhalte und Lehrbetrieb müssen auf eine gezielt praxisnahe Aus- und Weiterbildung ausgerichtet sein und entsprechende Lernformen anbieten, wie z.B. Problem-Based-Learning, Erfahrungslernen, Peer-Learning, etc. (vgl. VI.2.1.3).
  - **Online-Lernen:** Dies erfordert für die Online-Lehre verschiedene Tools wie Simulatoren, Übungen, etc. die gezielt Themen des MINT-Bereichs aufgreifen
  - **Präsenzlernen:** Der Präsenzteil der Weiterbildung muss gerade im MINT-Bereich in realen Umgebungen stattfinden, wie z.B. Labore oder Werkstätten, sodass aufbauend auf theoretischen Kenntnissen, praktische Fertigkeiten entwickelt werden können
  - **Forschungsprojekte:** Durch Tausch von Wissenschaftlern (in Hochschule und Unternehmen), die in kooperativen Projekten gemeinsam Lösungsstrategien erarbeiten, verschwimmen die Grenzen zwischen Lehre und Forschung. Das System muss dabei die kooperative, netzbasierte Arbeit unterstützen. Im Vorfeld sind allerdings Fragen bzgl. Urheber-/Verwertungsrechte zu klären.

- **Datensicherheit:** Werden sensible firmeninterne Daten als Lerninhalte (für eigene Mitarbeiter) bereitgestellt, ist darauf zu achten, dass diese nicht an Dritte gelangen können. In der E-Learning-Software ist ein Sicherheitssystem vorzusehen, dass z.B. Daten verschlüsselt oder diese nur beschränkten Personenkreisen zugänglich macht.
- **Dozenten und Tutoren:** Für die Vermittlung des Wissens sollten neben Hochschullehrern unternehmenseigene Berater hinzugezogen werden. Bei der Durchführung von Praxisunterricht am realen Objekt ist die Unterstützung von „Kollegen“ des Betriebs obligatorisch (z.B. als „Peer-Learning“), da diese informelles Wissen und Know-How bzgl. der Kernkompetenzen und Eigenheiten des Unternehmens vermitteln können.
- **Kostengünstiges** und einfaches System zur firmeninternen Aus- und Weiterbildung (als Pendant zur „Corporate University“)

Dieser Überblick zeigt, dass für Unternehmen insbesondere die Schnittstelle zwischen firmeneigenem (informellen) Wissen und einer wissenschaftlich fundierten Weiterbildung wichtig sein wird. Denn nur, wenn die Lerninhalte auf das praktische Arbeitsfeld ausgerichtet sind und der Präsenzunterricht in realen Arbeitssituationen stattfindet, wird sich ein wirklicher Mehrwert für die Unternehmen zeigen, letztendlich vielleicht sogar an den Geschäftszahlen in Form einer Produktivitätssteigerung erkennbar werden. Gleichwohl ist dafür eine deutlich engere Verzahnung der Bildungsinstitutionen mit den Unternehmen notwendig, die sich nicht nur auf die Entwicklung des Curriculums oder der Inhalte beschränkt. Die Kooperation muss sich vor allem auch auf die Durchführung ausdehnen: Dozenten und Berater aus dem Unternehmensumfeld müssen helfen, spezielles informelles Wissen weiterzugeben. Abgesehen von den für eine Verknüpfung von Bildungsinstitutionen und Unternehmen notwendigen politischen Rahmenbedingungen, können auf Softwaresystemseite mit relativ einfachen Mitteln vielfältige Schnittstellen für die Kooperation zur Vorbereitung des Lehrbetriebs und zur späteren Durchführung geschaffen werden (vgl. III.9).

#### III.4.5. Zielgruppenmetrik zur Regulierung der Anforderungen und Interessen

Die vorherigen Abschnitte haben die speziellen Anforderungen der drei Zielgruppen – Lerner, Anbieter und Unternehmen – an eine E-Learning-Lösung im MINT-Bereich im Kontext des Lebenslangen Lernens aufgezeigt. Neben vielen gemeinsamen Anforderungen sind insbesondere auch konkurrierende Ziele sowohl innerhalb, als auch im Spannungsfeld aller Zielgruppen, deutlich geworden. Beispiele dafür können z.B. die generelle Ausrichtung der Softwarelösung an den Bedürfnissen der Lerner oder der Anbieter sein oder die inhaltliche Ausgestaltung, die sich den Maßgaben der Hochschulen, aber auch denen der Unternehmen beugen sollen. Aufgrund dieser Heterogenität ist es offensichtlich, dass es die eine „One-size-fits-all“-Lösung, die allen Ansprüche gerecht wird, nicht geben wird. An bestimmten Stellen wer-

den Abstriche in Bezug auf die (jeweils favorisierte) Umsetzung hingenommen werden müssen, die sich entweder durch äußere Rahmenbedingungen global ergeben (z.B. Zeit, Finanzierung, Willen, etc.) oder im Diskurs der Zielgruppen untereinander auftreten. Im Rahmen einer konkreten zielgruppenorientierten Umsetzung müssen nun alle unterschiedlichen Interessen berücksichtigt und, wenn möglich, in Einklang gebracht werden.

Bei komplexen Softwareentwicklungsvorhaben im Spannungsfeld konkurrierender Meinungen und Ziele kann es dafür ratsam sein, alle Ausprägungen und Facetten formal zu dokumentieren. Dies kann in Form einer **Metrik** geschehen. Unter einer (Software-) Metrik<sup>130</sup> kann dabei eine mathematische Funktion verstanden werden, die bestimmte Eigenschaften von Software anhand von Maßzahlen abbildet und so die Möglichkeit schafft, das entstehende System zu vergleichen, zu bewerten oder hinsichtlich definierter Eigenschaften zu optimieren. Dies kann auch für die Qualitätssicherung verwendet werden:

*Definition Softwarequalitätsmetrik:* „Eine Softwarequalitätsmetrik ist eine Funktion, die eine Software-Einheit in einem Zahlenwert abbildet. Dieser berechnete Wert ist interpretierbar als der Erfüllungsgrad einer Qualitätseigenschaft der Software-Einheit.“ (IEEE Standard 1061)<sup>131</sup>

Für die Implementierung des Blended E-Learning-Systems könnte zunächst z.B. eine klassische Software- bzw. Entwurfsmetrik eingeführt werden, die eine Überprüfung der Entwicklung hinsichtlich der messbaren Größen Funktionalität, Performance, Kosten, Lines of Code<sup>132</sup>, etc. bewertet.

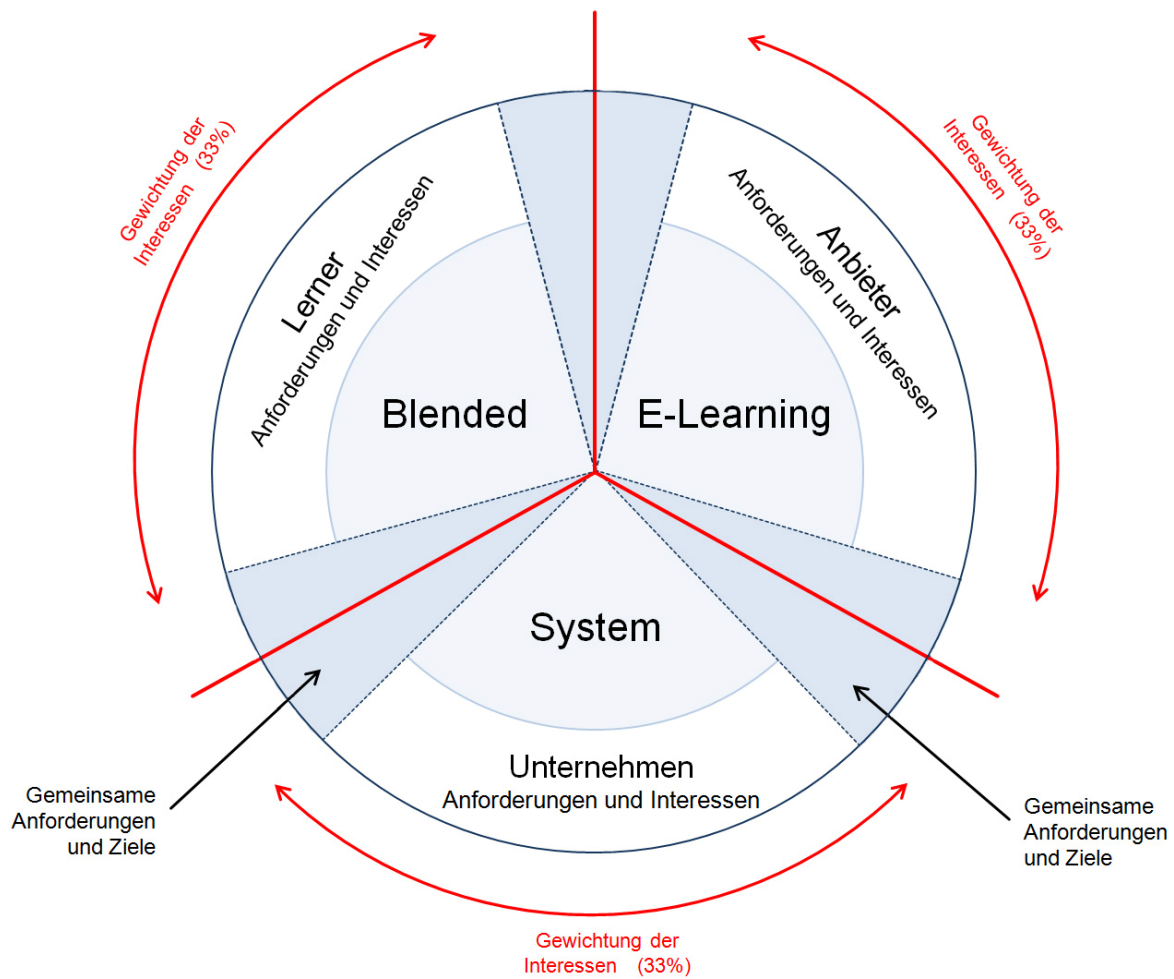
Für die hier gewünschte Zielgruppenorientierung könnte es allerdings interessanter sein, einen greifbaren Zusammenhang zwischen den (konkurrierenden) Einzelzielen zu erstellen oder eine prozentuale Aufteilung hinsichtlich der Durchsetzung der Ziele bestimmter Zielgruppen zu erhalten. Dafür könnten die jeweiligen Anforderungen in Vektoren gesammelt und die Einzelinteressen (anhand der Belegung mit unterschiedlichen Maßzahlen) gewichtet werden, sodass eine Justierung oder Bewertung hinsichtlich bestimmter Faktoren oder Interessenlagen im Vorfeld möglich wird. Zudem können die Anforderungen und Ziele der unterschiedlichen Zielgruppen auf diese Weise formal dokumentiert und gemeinsam dargestellt werden. Eine graphische Variante einer solchen Skalierungs-, bzw. Bewertungsmethode, ist in Abbildung 7 dargestellt. Dieser Abbildung liegt die theoretische Annahme zu Grunde, dass alle Zielgruppeninteressen (mit einem Drittel) gleich gewichtet sind. Die Anforderungen und Interessen ergeben sich dabei aus den Listen der vorhergehenden Abschnitte (vgl. III.4f).

<sup>130</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Softwaremetrik>, abgerufen am 17.02.2013

<sup>131</sup> IEEE Std 1061-1998. IEEE Standard for a Software Quality Metrics Methodology. IEEE, New York, 1998

<sup>132</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Lines\\_of\\_Code](http://de.wikipedia.org/wiki/Lines_of_Code), abgerufen am 17.02.2013



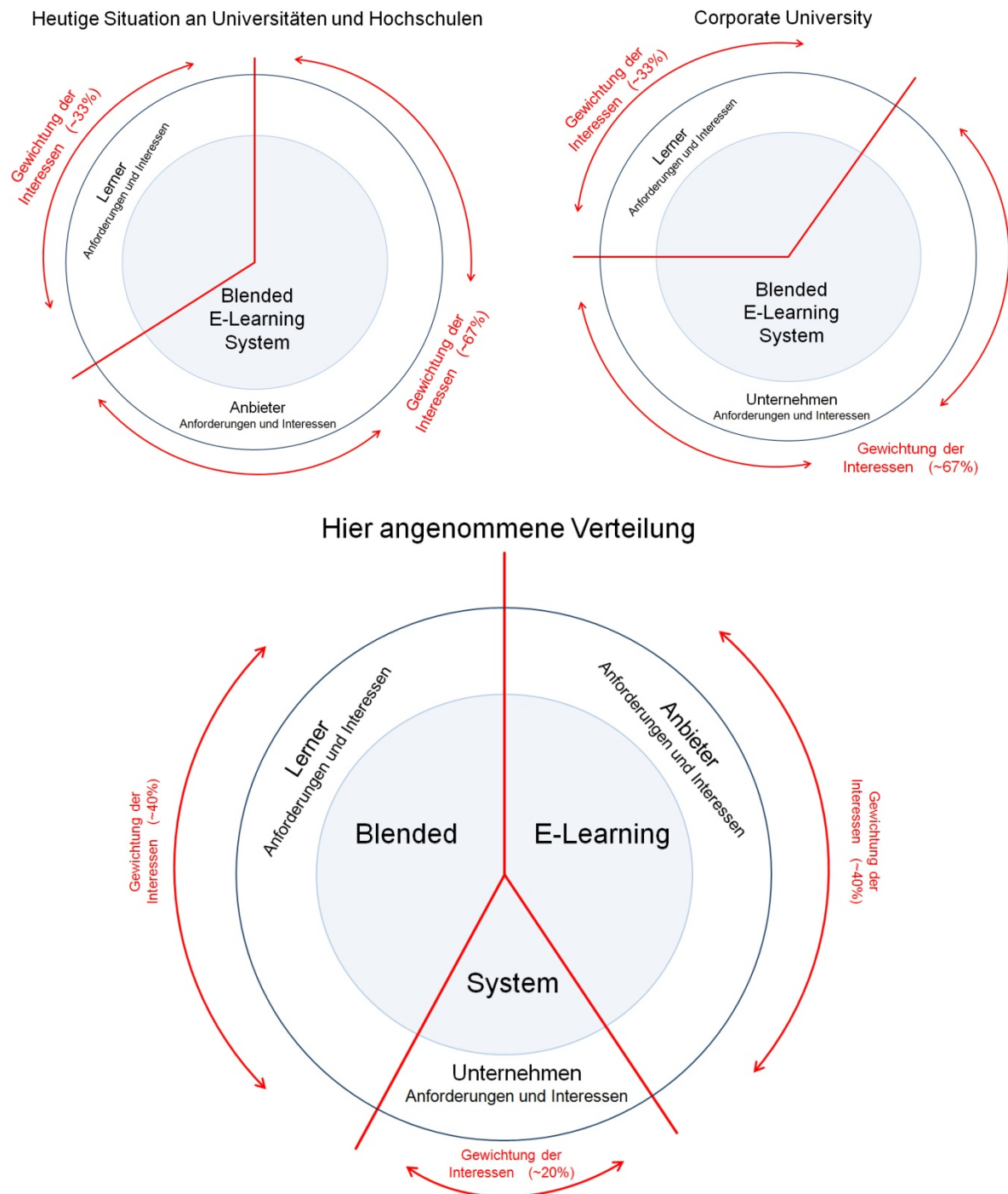


**Abbildung 7: Graphische Metrik zur (idealtypischen) Skalierung von Zielgruppeninteressen<sup>133</sup>**

Gleichwohl wird sich in der Realität eine derartige Gleichverteilung aller Interessen wie oben dargestellt kaum realisieren lassen. Im Rahmen der in Teil IV beschriebenen konkreten Umsetzung einer zielgruppenorientierten E-Learning-Anwendung für das TIO-Projekt, wurde die Gewichtung gemäß der im Projekt vorhandenen Interessen justiert. Diese angepasste Variante ist in Abbildung 37 in Abschnitt IV.2.2 dargestellt.

Im Vergleich zur theoretisch möglichen Gleichverteilung der Interessen kann im Allgemeinen vielmehr davon ausgegangen werden, dass sich „polarisierendere“ (ggf. „extremere“) Varianten durchsetzen werden. Die nachfolgende Abbildung 8 zeigt Beispiele für derartige Ausprägungen.

<sup>133</sup> Eigene Darstellung.



**Abbildung 8: Beispiele für gängige Gewichtungen der Zielgruppeninteressen<sup>134</sup>**

Dabei wird deutlich, dass heutige E-Learning-Umsetzungen zumeist wenig (im Sinne der Berücksichtigung aller auftretenden, heterogenen Interessen) zielgruppenorientiert gestaltet sind und neben dem Lerner eben primär die Anforderungen und Interessen des Anbieters (Hochschulen/Universitäten oder Unternehmen) fokussieren. Natürlich sind von Bildungsinstitutionen durchgeführte und auf konkreten Anforderungen von Unternehmen basierende berufs begleitende Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen, wie sie das Lebenslange Lernen fordert, so

<sup>134</sup> Eigene Darstellung.

kaum umsetzbar. Da die hier vorgestellte Blended E-Learning-Lösung von Institutionen der höheren Bildung ausgehen soll, werden die Interessen der Unternehmen (mit einem Fünftel) im weiteren Verlauf der Arbeit zunächst weniger stark gewichtet. Wichtig ist allerdings, sämtliche mögliche Zielgruppen schon in frühen Phasen der Planung und Entwicklung als vorhandene Größen zu realisieren und (ggf. mit Gewichtung Null) in der Metrik aufzunehmen, da eine Berücksichtigung im Nachhinein nur unter großem Aufwand möglich ist.

Aufgrund der besseren Anschaulichkeit soll hier im Folgenden mit den in den Abbildungen vorgestellten graphischen Varianten weitergearbeitet werden. Eine formal mathematische Einführung derartiger Metriken wird hier ausgeklammert, kann aber im Rahmen vertiefender Forschung nachgeliefert werden. Ergänzt man die Liste der jeweiligen zielgruppenspezifischen Anforderungen, ist die Visualisierung aber bereits eine große Hilfe bei der Planung des Projekts, der groben Realisierungsrichtung und bei einer ersten Abschätzung des zu erwartenden Ergebnisses. Etwaige Skalierungen oder Justierungen des Systemkonzepts sind so im Vorfeld der Entwicklung allemal möglich und für alle Projektpartner (be-) greifbar.

#### **III.4.6. Diskussion der Zielgruppenorientierung**

Im Allgemeinen ist die Forderung nach einer konkreten Berücksichtigung unterschiedlicher Zielgruppeninteressen bei der praktischen Umsetzung von E-Learning-Systemen in der Realität eher ungewöhnlich. Denn in der Regel werden äußere Restriktionen – allen voran der Zeithorizont, das Budget und die strikte Orientierung an den Vorgaben des Investors (z.B. auch Hochschulen) – die Marschrichtung der Umsetzung sehr genau vorgeben. Anders gesagt: Die Zielgruppenorientierung ist eher ein „Luxusproblem“, mit dem sich E-Learning-Projekte derzeit (noch nicht oder) kaum beschäftigen. Vor dem Hintergrund der hier angeestellten wissenschaftlichen Betrachtung, soll die Zielgruppenorientierung allerdings – zumindest exemplarisch – bzgl. der Wichtigkeit gleichbedeutend wie andere Themen behandelt werden (wie z.B. Erstellung oder Darstellung der Inhalte, Softwaresystem oder der Lehrbetrieb mit dem E-Learning-System). Geht man also davon aus, dass es sich bei der Betrachtung verschiedener Zielgruppen und deren Anforderungen um ein zu bearbeitendes Thema handelt, wird man zunächst eine Priorisierung der Anforderungen anstreben, bei der ein erfolgreicher Lehrbetrieb mit qualitativ hochwertigen Inhalten im Mittelpunkt steht. Diese Punkte bilden den Rahmen des Softwaresystems. Danach werden dem System, entsprechend der Gewichtung, weitere Eigenschaften hinzugefügt. Die formale Dokumentierung der Anforderungen, bzw. Systemeigenschaften, und deren Gewichtung kann mit einer Metrik erfolgen, wie sie im vorherigen Abschnitt vorgestellt wurde. Es ist allerdings deutlich geworden, dass ein auf diese Weise entstehendes E-Learning-System nur „so gut“ sein kann, wie die berücksichtigten Zielgruppen, deren Anforderungen und deren fachgerechte Umsetzung.

Die Erwartungen an eine solche Zielgruppenorientierung sind in der Regel hoch, fordert man doch, dass jeder genau das bekommen wird, was er verlangt. Dass dies im Allgemeinen aufgrund der teilweise konkurrierenden Ziele nicht möglich sein wird, wurde bereits gezeigt. Ebenso muss festgestellt werden, dass die Berücksichtigung von Zielgruppen einerseits einen höheren Aufwand (Arbeit und Kosten) mit sich bringt und andererseits dann nicht garantiert ist, dass die Qualität des Angebots proportional zum entstehenden Aufwand ansteigt.

Dennoch ist Zielgruppenorientierung im Kontext des E-Learnings wichtig, denkt man an die Diversität der Studierenden und die somit heterogenen Anforderungen aller Beteiligten oder an engere Kooperationen von Hochschulen und Unternehmen, die praxisnahe und relevante Aus- und Weiterbildungsinhalte ermöglichen können. Für Hochschulen bietet sich generell die Chance, das eigene Profil für unterschiedliche Personengruppen zu schärfen und interessant zu machen. Versteht man E-Learning als kommerzielles Angebot auf dem Bildungsmarkt, muss zudem berücksichtigt werden, dass auch thematisch noch deutlich auf andere Zielgruppen zugegangen werden muss, um z.B. „ältere Lernende“ zu erreichen. Bislang sind Themenbereiche wie Kunst und Kultur, die im Sinne eines modernen Edutainments aufbereitet werden könnten, noch kaum vertreten. Insgesamt ist darauf zu achten, dass derartige Angebote aber stets eine institutionelle Verankerung aufweisen und an bestehende Kompetenznetzwerke anknüpfen, damit die Seriosität sichergestellt ist und Synergieeffekte bestehender Organisationen genutzt werden können.<sup>135</sup> In Bezug auf den MINT-Bereich sind zudem übergreifend die speziellen Anforderungen der fachlichen Richtung zu betrachten und, bezogen auf die unterschiedlichen Zielgruppen, zu berücksichtigen. Darunter fallen z.B. stark abstrakte und theoretische Inhalte, die ganz eigene Anforderungen an ein E-Learning-System stellen. Stichworte wie „Abstraktion“, „Theorie“, „mathematisches Formelverständnis“, „mathematisches Modellverständnis“ oder „ganzheitliches Systemverständnis“ müssen berücksichtigt werden, sodass Lerner auf die (Weiter-) Arbeit im anspruchsvollen MINT-Bereich vorbereitet und thematische „Blicke über den Tellerrand“ ermöglicht werden.

Soll das geplante System berufsbegleitende Weiterbildungsmaßnahmen im Sinne des lebenslangen Lernens unterstützen, sind, wie bereits erwähnt, die Anforderungen der Zielgruppe „Unternehmen“ zumindest soweit zu berücksichtigen, dass ein guter Kompromiss von institutioneller Steuerung, bzw. Durchführung, des Lehrbetriebs mit inhaltlichem „Mitsprache- und Mitgestaltungsrecht“ erreicht wird.

Abschließend kann festgestellt werden, dass bisherige E-Learning-Angebote nur eine geringe Zielgruppenorientierung aufweisen und somit sehr wenig auf die unterschiedlichen Anforder-

---

<sup>135</sup> Vgl. Kimpeler, et al. 2007, S. 11

rungen der hier vorgestellten Zielgruppen eingehen.<sup>136</sup> Sofern technologisch und budgettechnisch möglich, ist eine stärkere Ausrichtung auf die Bedürfnisse – der im konkreten Fall zu erwartenden – Zielgruppen des Angebots empfehlenswert; bei gezieltem Angebot elektronisch unterstützter, praxisorientierter Weiterbildungen in Form von Unternehmenskooperationen sogar obligatorisch.

### III.5. Klassische und innovative Lernszenarien für neue Lebenssituationen

Das klassische Bildungssystem basiert bis heute zu großen Teilen auf Präsenzunterricht. Für eine veränderte Gesellschaft im Sinne des lebenslangen Lernens wurden bereits die Forderungen an Bildungsinstitutionen mit mehr Flexibilität gezeigt (vgl. III.4.2.2) und auch die Umsetzbarkeit mittels Blended E-Learning für die Aus- und Weiterbildung in MINT-Disziplinen diskutiert (vgl. II.4.3). All diese einzelnen Facetten sollen nun durch eine innovative E-Learning-Lösung abgebildet werden. Zunächst muss dafür allerdings ein konkretes Konzept erstellt werden, das genau beschreibt, *wie* die Lehrveranstaltungen – das Lernen – innerhalb dieses Systems stattfinden soll(en). Also z.B. welche Personen dabei jeweils involviert sind, an welchen Orten, zu welcher Zeit, wie gelernt wird und welche technischen Mittel zur Kommunikation und zum Lernen benötigt werden.

Diese Art der Beschreibung des Lernens mit allen zugehörigen Facetten soll im Folgenden unter dem Begriff **Lernszenario** zusammengefasst werden. Diese informellen Beschreibungen der Umstände des Lernprozesses ermöglichen insbesondere eine Art Brainstorming, bei dem ohne Berücksichtigung technischer Restriktionen ergründet werden kann und soll, welche Szenarien überhaupt möglich sind, welche der konkreten Anforderungen von Lernen diese abdecken und wie diese im Vergleich zu anderen zu bewerten sind. Zudem bietet sich so eine gute Möglichkeit, einen detaillierten Überblick über Aufwand, bzw. Ausprägungen, der späteren programmiertechnischen Umsetzung zu erhalten und zusätzlich einzugrenzen, welche Techniken dafür notwendig sein werden. Die nächsten Abschnitte stellen also verschiedene bestehende und neuartige Lernszenarien vor, die vor allem die Unterschiede, Stärken und Schwächen von Präsenz-, Online- und mobilem Lernen aufzeigen.

Insgesamt ist das erklärte Ziel aller hier aufgeführten Lernszenarien, dass sie Lernern und Lehrenden einen ausgewogenen „Mix von Lern- und Lehrmöglichkeiten“ bieten, der genügend große Freiheitsgrade sowie entsprechende (Planungs-) Flexibilität für die Lehre und den individuellen Lernprozess bietet – stets unter dem Fokus der speziellen Anforderungen an die Lehre im MINT-Bereich (vgl. III.2). Die Vorstellung der Lernszenarien erfolgt hier zunächst „verbal“, die technischen Grundlagen werden dann ab Abschnitt III.7.7 beschrieben.

---

<sup>136</sup> Vgl. Kimpeler, et al. 2007

### III.5.1. Blended Learning als Ausgangspunkt für flexible Lehre

Der Lehrbetrieb wird in Form des Blended Learnings realisiert, um Probleme und Risiken reiner E-Learning-Umsetzungen abzufedern (vgl. VI.1.2.2). Dabei kann die Ab- und Reihenfolge der Präsenz- und Online-Lern-Phasen strategisch geplant werden, um wiederum unterschiedliche Bedürfnisse zu erfüllen, wie z.B. *Blockveranstaltungen*, um die Anwesenheitspflicht oder Anreise, und dadurch Verminderung der Flexibilität, zu minimieren oder *alternierende Phasen*, um die motivationsfördernde Wirkung besser entfalten zu können. Im Allgemeinen kann die folgende Strukturierung der Phasen bei der Planung der Lehrveranstaltung angenommen werden:<sup>137</sup>

- **Präphase** (vor dem Start des Kurses): Vorbereitung auf den Online-Kurs mit der individuellen Möglichkeit, auf E-Learning-Materialien zuzugreifen. Durch die Formulierung des nötigen Grundlagenwissens für die erfolgreiche Teilnahme an einem Kurs, kann der Lernende Defizite nachholen – insgesamt kann so das Vorwissen der Teilnehmer homogenisiert werden.
- **Präsenzphase**: je nach Zeitanteil für diesen Teil können hier Vorlesungen, Übungen, Projekte, Prüfungen, etc. eingeplant werden.
- **Onlinephase und Postphase** (nach dem Ende des Kurses): Dient dem individuellen (Online-) Lernen und der Vertiefung des angeeigneten Wissens. Der Lehrende ist jetzt eher Coach oder Berater und hilft bei Fragen oder Problemen.

Insgesamt ergibt sich hier als grundsätzliche Strategie der Lehre eben eine Kombination von Präsenzunterricht mit Online-Lernphasen, wobei im Vorfeld zu planen ist, welche Zeitkontingente auf die jeweiligen Phasen entfallen, wie z.B. 50% für jede oder die Übervorteilung einer Phase. Dabei erhöht ein größerer Präsenzteil den Aufwand für den Veranstalter, hilft in komplexen MINT-Themen aber beim besseren Verstehen der Lerninhalte. Ein höherer E-Learning-Anteil bietet größere Flexibilität für Lerner und senkt die Aufwände von Veranstaltern. Insgesamt werden alle im Folgenden vorgestellten Lernszenarien auf den in Tabelle 11 angeführten Veranstaltungstypen basieren und in den angegebenen Phasen stattfinden:

Lernszenario	Lernphase/Lernort
Vorlesungen	Präsenzunterricht in der Lehrinstitution oder im Unternehmen.
Online-Vorlesung	Tele-Teaching (live) oder in Form von Vorlesungsaufzeichnungen (ortsunabhängig, via Internet).
Vor-/Nachbereitung	Studierende bereiten Unterrichtsstoff vor oder nach. In der Regel in Form von textbasierten Informationen in Papierform (Skripte, Bücher, weiterführende Quellen), z.B. zuhause oder in Bibliotheken
Online-Lernen	Sämtliche Vorlesungsmaterialien stehen in LMS digital zur Verfügung (Skripte, Abbildungen, Animationen, Ton/Video, etc.) und können von überall und zu jedem Zeitpunkt via Internet oder offline verwendet werden.

<sup>137</sup> Vgl. Lucke et al. 2005, S. 146

Recherche	Recherche nach weiterführenden Informationen in Bibliotheken und/oder via Internet.
Online-Recherche	Vielfältige weiterführende Quellen sind in digitalen Lerninhalten (im Hypertext) verlinkt und führen zu anderen (geprüften) Quellen. Zudem Recherche in digitalen Bibliotheken möglich oder im Internet (z.B. Google Scholar <sup>138</sup> oder Google Books <sup>139</sup> ).
Übungen	Präsenzübung für die Anwendung theoretischen Wissens in der Praxis.
Online-Übungen	Webbasierter Übungsbetrieb: z.B. Rechenübungen mit Online-Aufgaben- und Lösungsgenerator, Multiple-Choice-Tests, Programmvalidatoren, Simulatoren.
Seminare	Seminare dienen im Präsenzunterricht zur selbständigen Erarbeitung eines abgeschlossenen Themenkomplexes und zur Anwendung von erlernten Fähigkeiten. Zudem wird die Präsentation und Verteidigung der eigenen Ergebnisse in der Diskussion geübt.
Online-Seminare	Online-Seminare können als Tele-Teaching oder virtuelles Seminar angeboten werden. Die E-Learning-Technik dient dabei insbesondere zur Vernetzung und zur Kommunikation. Softwaretools ermöglichen die simultane Arbeit an einem zentralen Dokument.
Laborarbeit	Die Arbeit in realen Laboren ist eine wichtige Grundlage zur Ausbildung im MINT-Bereich.
Online-Labore	Das "Laborerlebnis" kann teilweise mit virtuellen Laboren oder als Remote Access auf verteilte reale Laborressourcen nachempfunden werden.
Projektarbeit	Reale Teams bearbeiten praxisnahe Aufgabenstellungen in Form von Projekten. Dies umfasst insbesondere die selbständige Planung, Aufgabenverteilung, Bearbeitung, Analyse, Ergebnisfindung, Dokumentation, Präsentation und Diskussion.
Verteilte Projekte	Die Bearbeitung der Projekte wird ins Internet verlagert, Kommunikation, Recherche und Dokumentation werden durch Webtechniken ermöglicht.
Fachgespräche	Mischung aus Seminar und Prüfung zur Anerkennung von Kenntnissen (vgl. III.5.2.3).
Prüfungen	Klausuren, mündliche Prüfungen oder Laborprüfungen, Testate, praktische Prüfungen finden als Präsenzveranstaltung statt.
Online-Prüfung	Räumlich verteilte mündliche Prüfungen werden in Form von Videokonferenzen durchgeführt (ggf. mit „Betreuer“/„Beisitzer“ am Remote-Standort). Webbasierte Klausuren problematisch, da Einhaltung von Regeln nicht überprüft werden kann.

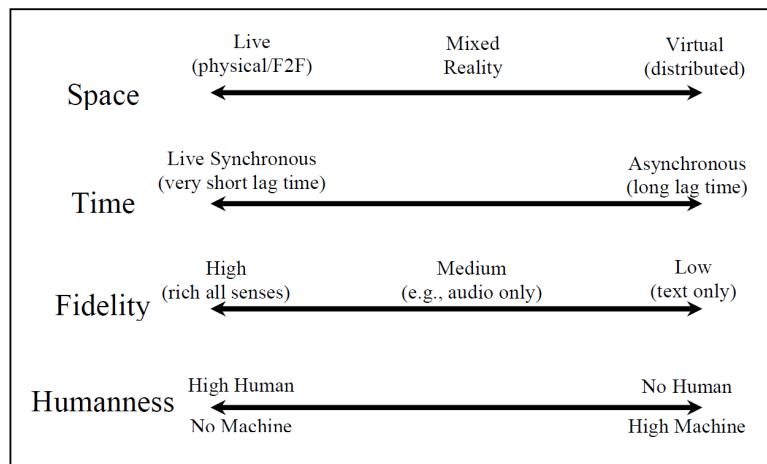
**Tabelle 11: Übersicht über mögliche Lernszenarien beim Blended Learning<sup>140</sup>**

Dabei fällt schnell auf, dass einerseits großer Wert auf klassische Veranstaltungstypen gelegt wird. Andererseits aber durch die Anreicherung mit neuen Techniken versucht wird, diese – soweit sinnvoll möglich – in die „digitale bzw. Online-Welt“ zu transferieren, um die Vorteile des E-Learnings nutzen zu können. Natürlich ist dies immer ein Spagat zwischen zwei Welten, die beide ureigene Eigenschaften besitzen. In Bezug auf die eigene Zielsetzung und einzusetzenden Techniken muss wiederum eingeschätzt werden, welche Eigenschaften gezielt unterstützt und somit höher priorisiert werden sollen. Abbildung 9 gibt einen Überblick über die zu beachtenden Dimensionen:

<sup>138</sup> <http://scholar.google.de>, abgerufen am 20.11.2012

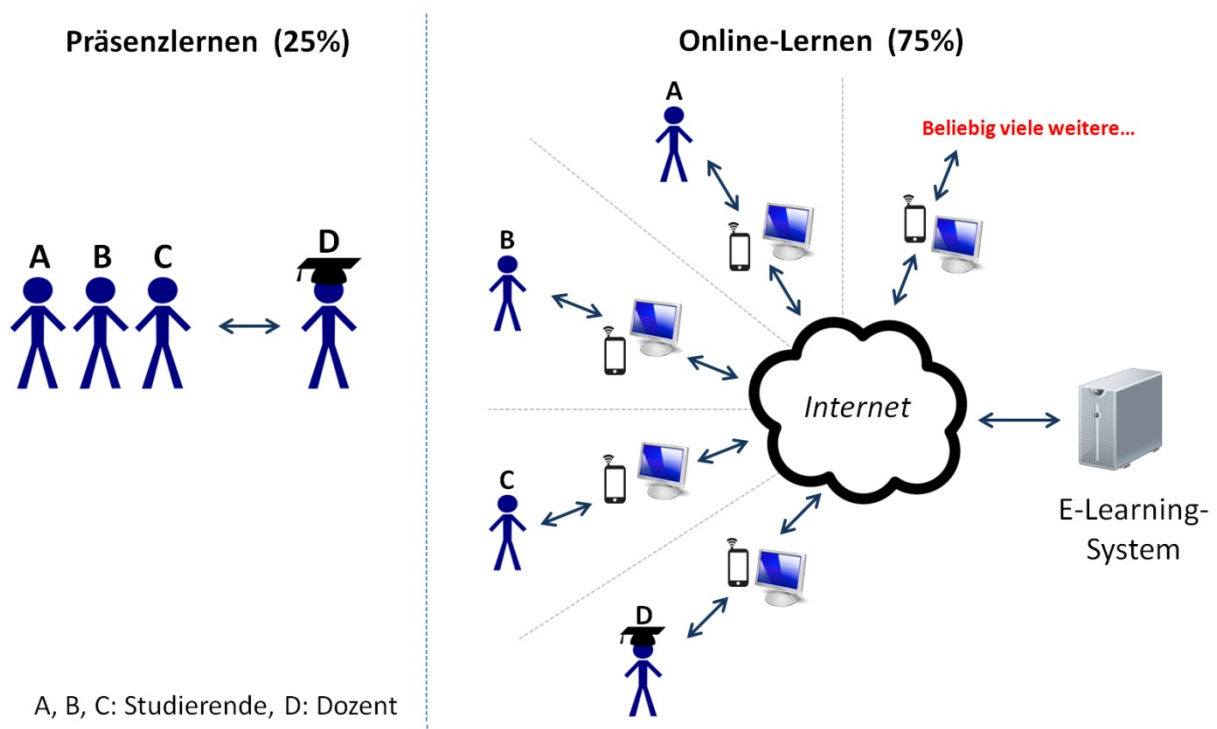
<sup>139</sup> <http://books.google.de>, abgerufen am 20.11.2012

<sup>140</sup> Eigene Darstellung. Vgl. dazu auch Schulmeister 2006, S. 192ff



**Abbildung 9: Four dimensions of interaction in F2F and distributed learning environments<sup>141</sup>**

In der in dieser Arbeit beschriebenen Umsetzung liegt der Fokus insgesamt auf Online-Lernphasen, die hier einen Anteil von ~75% einnehmen sollen, die Präsenzphase erhält somit ein Viertel der zur Verfügung stehenden Zeit. Die unterschiedliche Verteilung und die dann stattfindenden Lernsituationen sind in Abbildung 10 exemplarisch dargestellt. Darauf aufbauend zeigt Abbildung 11 Kommunikation und Vernetzung zwischen Lernern und Dozenten.



**Abbildung 10: Blended Learning Szenario - Personen und IT<sup>142</sup>**

Aufgrund der stärkeren Gewichtung der Online-Lernphasen werden „klassische Veranstaltungstypen des Präsenzunterrichts“ im Folgenden nur an ihren Schnittstellen zu (für das E-Learning relevanten) „Online-Veranstaltungstypen“ beschrieben.

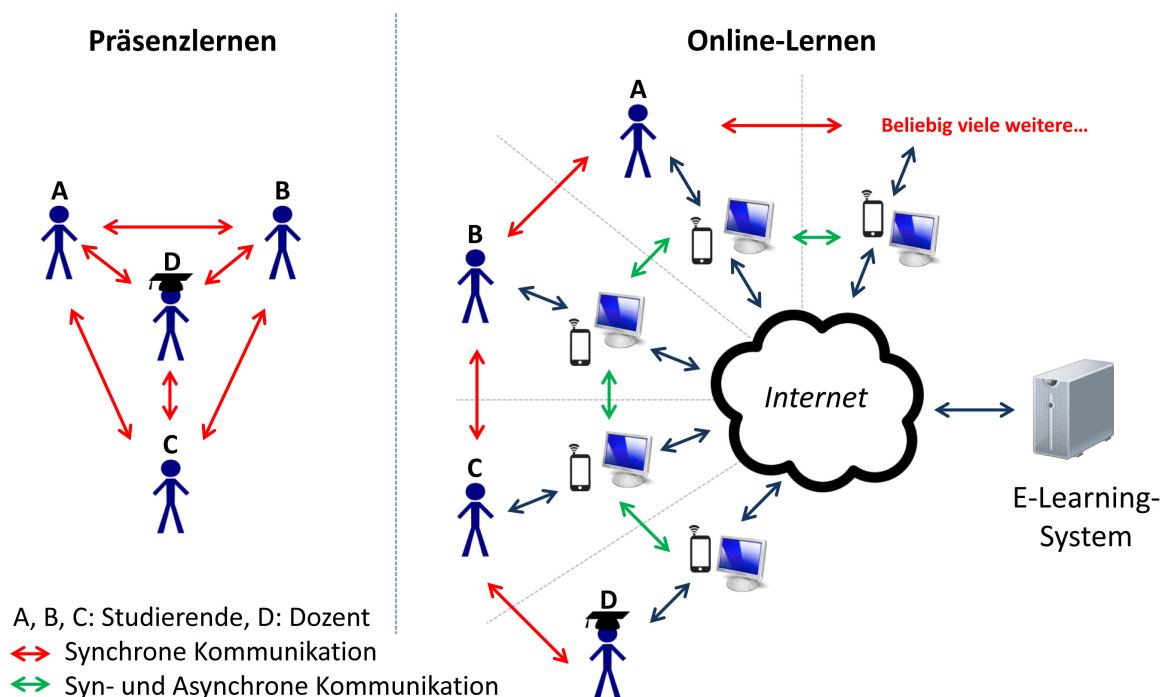
<sup>141</sup> Graham 2004, S. 29

<sup>142</sup> Eigene Darstellung.



### III.5.2. Präsenzphasen im Blended Learning für den MINT-Bereich

Die Realität an deutschen Schulen, Hochschulen und Universitäten ist heute noch überwiegend der ausschließliche Präsenzunterricht, bei dem ein Großteil der Lehr- bzw. Lernanstrengungen im Klassenverband, in der Lehrinstitution oder teilweise auch zuhause stattfinden. Dennoch sind in den meisten höheren Bildungsinstitutionen bereits viele Lernmaterialien digital (zum Download) und teilweise auch schon Vorlesungsaufzeichnungen vorhanden. Und obwohl sich viele Institutionen deshalb mit dem Titel „E-Learning-Hochschule“ schmücken, sind diese noch weit von „dem E-Learning“ entfernt, von dem im Verständnis dieser Arbeit ausgegangen wird – der Schritt zur „wahren“ E-Learning-Umsetzung erfolgt langsam (vgl. VI.2.2.4). Hier ergibt sich je nach Disziplin ein großes Gefälle, wobei der IT „nähere“ Studiengänge zumeist weiter fortgeschrittene E-Learning-Initiativen aufweisen, um damit den Präsenzunterricht zu unterstützen. Für die Einführung oder den Ausbau von E-Learning in MINT-Disziplinen bietet sich also eine gute Ausgangssituation: Auf Anbieterseite kann die Bereitschaft für E-Learning grundsätzlich angenommen werden und auch auf Lernerseite sind keine größeren Zugangsbarrieren zu erwarten, da eine (gewisse) IT-Affinität grundsätzlich vorhanden ist.



**Abbildung 11: Blended Learning Szenario – Vernetzung von Personen untereinander<sup>143</sup>**

Dabei ist jedoch zu beachten, dass das E-Learning und die zugehörigen Online-Lernphasen die Präsenzphasen nicht komplett ersetzen sollen. Denn gerade im MINT-Bereich haben diese

<sup>143</sup> Eigene Darstellung.

aufgrund ihres besser integrierbaren Praxisbezugs einen hohen Stellenwert: Viele Aufgaben im Arbeitskontext der MINT-Realität sind nur durch Transferleistungen möglich, d.h. durch die Anwendung von gelerntem Wissen und dem Einsatz in einem praktischen Kontext. Illustrieren mag diese Annahme das folgende Zitat: „*Tell me, and I forget. Teach me, and I may remember. Involve me, and I learn.*”<sup>144</sup> Im Speziellen lässt sich der notwendige praktische Kontext nur selten sinnvoll durch eine Softwarelösung abbilden, da diese insgesamt im Vergleich zu realen Fachleuten in ihrer Fähigkeit, zu abstrahieren und andere Blickwinkel einzubeziehen, beschränkt bleiben wird oder adäquate Lösungen budgettechnisch in der Regel unmöglich realisierbar sind. Es gilt also, den vorhandenen Präsenzteil in der Aus- und Weiterbildung für den MINT-Bereich so zu nutzen, dass sich das bestmögliche Lernergebnis erzielen lässt. Bei der Durchführung der Weiterbildung wird man sich zum Beispiel eher gegen eine reale Vorlesung entscheiden, dafür aber mehr themenbezogene Diskussionen, Projektarbeiten, Fragestunden, Fachgespräche oder Abschlussprüfungen durchführen. Für die Einschätzung und Anerkennung von bereits vorhandenem Fachwissen ist dies auch die einzige praktikable Variante, von breit aufgestellten Online-Einstufungstests sollte nach Möglichkeit abgesehen werden. Die konkrete planerische Ausgestaltung der Präsenzphase muss sich thematisch natürlich am Curriculum sowie an der zur Verfügung stehenden Zeit orientieren und so geplant sein, dass die Ressourcen bestmöglich genutzt werden. Die enge Verknüpfung von Präsenzteil mit den Vorteilen des E-Learnings ist dabei obligatorisch. Die kommenden Abschnitte zeigen, wie dies möglich ist.

### III.5.2.1. Klassische Präsenzlehre und „Kick-off“-Veranstaltungen

Vorlesungen sollten im Rahmen einer Blended Learning-Ausbildung im Allgemeinen nicht im Präsenzteil stattfinden, da hier sonst viel Zeit damit „verloren geht“, Inhalte zu kommunizieren, die sich Lerner auch selbständig – beim **Online-Lernen** – hätten aneignen können. Ausnahmen mögen hier besonders komplexe Themengebiete bilden (oder Erklärung von realen Versuchsaufbauten oder Exkursionen), bei denen eine persönliche Erklärung notwendig sein kann. Dies sollte dann aber auch eher in Übungen, Seminaren, im Laborunterricht oder in „Fragestunden“ geschehen.

Ist genügend Zeit vorhanden, kann eine einführende **„Kick-Off“-Veranstaltung** (als Ende der Präphase) angesetzt werden, bei der Studierende „Willkommen heißen“ werden und organisatorische Rahmenbedingungen der Aus- oder Weiterbildung (Studienaufbau, Lernziele, Zeitplanung, Prüfungsdurchführung, etc.) vorgestellt werden. Insgesamt sorgt dieses Vorgehen für den Abbau von Zugriffsbarrieren, vielleicht Ängsten, schafft Transparenz und ein

---

<sup>144</sup> Zitat von Benjamin Franklin, amerikanischer Staatsmann und Erfinder.

gutes Arbeitsklima. Zudem bietet sich die Chance, die „Kommilitonen“ in der Realität kennenzulernen, was in Zeiten von sozialer Vernetzung (und damit einhergehender Anonymität der „Avatare“) verstärkt als positiv empfunden wird. Die Schaffung einer persönlichen Vertrauensbasis wird das gemeinsame Lernen (auch in der virtuellen Welt) positiv unterstützen.

Nach dieser Einführung in den Lehrbetrieb – der zu Beginn der Weiterbildung oder im ersten Semester obligatorisch sein sollte – bieten sich für die berufsbegleitende Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich natürlich auch alle anderen (oben angegebenen), aus der klassischen Lehre bekannten, Typen von **Präsenzveranstaltungen** an (z.B. auch in Kooperation mit Unternehmen), wie z.B.:<sup>145</sup>

- **Formalisierte Veranstaltungen** (intern oder extern durchgeführt): Seminare, Lehrgänge, Kurse oder Trainings
- **Nicht formalisierte Veranstaltungen:**
  - Fachvorträge, Tagungen, Kongresse, Messeauftritte, Kolloquien, Symposien,
  - Weiterbildung am Arbeitsplatz (Einarbeitung, Unterweisung von Kollegen),
  - Qualitäts- oder Werkstattzirkel, themenbezogene Workshops, Arbeitskreise,
  - Maßnahmen der beruflichen Orientierung (Coaching, Supervision, Mentoren/Patensystem, Trainee-Programme),
  - Betriebliche Austauschprogramme oder Job-Rotation,
  - Selbstgesteuertes Lernen am Arbeitsplatz (E-Learning zur Arbeitszeit)

Grundsätzlich müssen im MINT-Bereich all diese Veranstaltungen das Ziel aufweisen, das praktische Anwenden von Faktenwissen zur Steigerung der Methodenkompetenzen, dem Transfer von Wissen auf konkrete Problemstellungen und das kreative Erarbeiten von Lösungsideen zu fördern. Innerhalb der E-Learning-Software muss dabei sichergestellt sein, dass diese Veranstaltungen entsprechend kommuniziert werden, d.h. Termine und Inhalte transparent und alle notwendigen Informationen zur Vor- oder Nachbereitung digital publiziert sind sowie zum Download zur Verfügung stehen.

### III.5.2.2. Praxisbezogene Lehre in den Präsenzphasen

Zu jedem Zeitpunkt der Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich sollte ein praktischer Bezug hergestellt werden können. D.h. neben dem Lehren der notwendigen theoretischen Grundlagen, muss der Lehrplan auch Veranstaltungen beinhalten, die das Üben und die Anwendung in der Praxis verdeutlichen. In berufsbegleitenden Weiterbildungen ist dies umso nötiger, da das neue Wissen möglichst nahtlos im Berufskontext weiterverwendet werden soll. Fallbasiertes Lernen, z.B. in Form der Mitarbeit in realen Projekten, führt zu diesem Ziel.

---

<sup>145</sup> Knerr et al. 2009, S. 7

## Laborarbeit, Übungen und „Team Projects“

Im Kontext des MINT-Bereichs bieten sich dazu einige typische Lehrveranstaltungen an. Die Lehre und Forschung in den Bereichen Biologie, Chemie und Physik sind z.B. ohne konkrete **Laborarbeit** nicht denkbar. Diese dient dabei einerseits dem tieferen Verständnis, da Zusammenhänge visualisiert und Thesen „ausprobiert“ werden können. Andererseits kann sich hier auch direkt das Arbeitsfeld der späteren Forschung anschließen. Wie bereits erwähnt, werden praktische Lernprozesse zudem überwiegend auch als „besser“ bezeichnet, helfen Sie doch buchstäblich, theoretische Zusammenhänge „begreifbar“ zu machen und so das Verinnerlichen zu unterstützen. Allerdings sind auch beim Laborunterricht Probleme möglich:

- “Learning goals for the labs are often not made explicit to students and are sometimes not even clear to the teacher.
- Goals are often too diffuse, while some goals are not exclusive to labs and could be attained more efficiently elsewhere.
- Labs and the way they are assessed often emphasize low-level learning and discourage understanding of links between methods and theory.
- Assessment of labs often fails to test whether goals have been attained (and some students do well without even attending the lab!)
- Students often find cookbook labs tedious and do not make them seriously.”<sup>146</sup>

Insbesondere ist also darauf zu achten, dass die Laborarbeit didaktisch sinnvoll in die Lehre eingebunden ist und damit verbundene Ziele anspruchsvoll und klar definiert sind, damit sich die gewünschten positiven Effekte auch zeigen. Insbesondere ist dafür eine genaue Einschätzung des Ausgangswissens der Lerner notwendig, um entsprechende Kurse planen zu können. Weiterhin müssen Dozenten und Tutoren ein entsprechendes Fachwissen aufweisen, um derartige Veranstaltungen didaktisch wertvoll durchführen zu können.

Generell sind zum Festigen des erlernten Wissens regelmäßige **Übungen** anzuraten, bei denen Lerner selbständig ihre Kenntnisse prüfen können. Im einfachsten Fall werden Aufgabenblätter (und zugehörige Musterlösungen) entworfen, die von Lernern bearbeitet werden. Sollen diese bewertet werden, können Sie von Tutoren korrigiert werden. Dienen sie lediglich der Selbstkontrolle, werden Musterlösungen mit Lösungswegen ebenso zur Verfügung gestellt. Übungsveranstaltungen sind in allen Fächern sinnvoll, bei denen allgemeine Schritte zur Lösung eines Problems durchgeführt werden müssen – z.B. das Einüben mathematischer Lösungswege, etc.

---

<sup>146</sup> Knapper, Cropley 2000, 75f

Der Arbeitsalltag für (spätere) Mitarbeiter in MINT- und Technologieunternehmen zeichnet sich in der Regel durch Projekt- und Teamarbeit aus, das Studium oder die Weiterbildung muss diese Techniken also zusätzlich zum eigentlichen Fachthema selbstverständlich anwenden (einüben). Dazu bieten sich im Lernkontext z.B. **Team-Projects** an, die beides mit einer praxisnahen Fragestellung kombinieren. Dabei werden Teams gebildet, die eine Aufgabenstellung selbständig bearbeiten müssen: Dies reicht von Planung und Recherche, über Aufgabenverteilung, Bearbeitung, Analyse, Ergebnisfindung und Dokumentation, bishin zur Präsentation und Diskussion. Das Vorgehen ist ähnlich dem in Seminaren, allerdings sind die Aufgaben in der Regel deutlich umfangreicher, zeigen die Realität in der Projektarbeit, erfordern einen höheren Grad an Transferleistungen und trainieren insbesondere auch Kreativitätstechniken sowie vermehrt soziale Kompetenzen.

Insgesamt dienen all diese Techniken zum Aufbau und der Erweiterung von Basiskompetenzen (die auch als allgemeine Ziele eines Bachelors angesehen werden können), wie z.B.: „Recherchieren lernen (story-based), Analysieren lernen (fallbasiert), Hypothesen und Theorien vergleichen und relationieren (pro & contra), Hypothesen bilden, Theorien testen, Evaluieren (Handeln & Entscheiden)“<sup>147</sup> Für die Weiterbildung mit dem Ziel des Erwerbs von Spezialwissen und Problemlösungskompetenzen sind zudem weitere Lerntechniken empfehlenswert.

### **Problem-Based Learning und „Learning by doing“**

Einen Schritt weiter geht das “Problem-Based Learning” (PBL), worunter eine pädagogische Technik verstanden wird, die das Lernen gezielt in komplexe Problemlösungskontexte setzt. Es bietet den Lernern Möglichkeiten, selbständig zu erfahren, wie angeeignetes Faktenwissen auf ein konkretes Problem angewendet werden kann und fördert somit das Nachdenken und Reflektieren über gelerntes Wissen sowie die Kombination realer Aufgabenstellungen und deren fachspezifischer Lösung.<sup>148</sup> Während des Lernprozesses soll Lernern durch PBL geholfen werden, spezifische Fähigkeiten zu erlernen und zu festigen:

- „Construct an extensive and flexible knowledge base;
- Develop effective problem-solving skills;
- Develop self-directed, lifelong learning skills;
- Become effective collaborators; and
- Become intrinsically motivated to learn”<sup>149</sup>

Ebenso hilft das Lernen an praxisnahen Fragestellungen beim Motivieren und Entwickeln von individuellen Lern- und Lösungsstrategien: „PBL is well suited to helping students become

---

<sup>147</sup> Schulmeister, R. 2006, S. 266

<sup>148</sup> Vgl. Hmelo-Silver 2004, S. 261

<sup>149</sup> Hmelo-Silver 2004, S. 240

active learners because it situates learning in real-world problems and makes students responsible for their learning. It has a dual emphasis on helping learners develop strategies and construct knowledge.”<sup>150</sup> Allerdings ist es gerade im institutionellen Ausbildungssektor oftmals schwierig, einerseits relevante und anspruchsvolle „realitätsnahe“ Aufgaben und andererseits entsprechend versierte Betreuer derartiger Angebote zu finden. Dieses Problem ist in der Regel nur in Institutionen, bzw. Projekten mit guter finanzieller Ausstattung, oder in Kooperationen mit Unternehmen lösbar: Denn hier können externe Spezialisten hinzugezogen werden, die reale Projektaufgaben stellen und – was noch wichtiger ist – als Ansprechpartner und Mentoren bei allen Fragen rund um die Aufgabenbearbeitung zur Verfügung stehen. Findet das Lernen überwiegend in der echten Arbeitssituation statt, spricht man auch von **Learning by doing**. Dieses wird derzeit sehr erfolgreich eingesetzt, ist aber sowohl in Bezug auf die Organisation und Durchführung, als auch Betreuung aufwendig.<sup>151</sup> Ein anderer „Ausbildungstrend“ ist das **Action-Learning**, bei dem es gleichermaßen um praxisbezogenes Lernen geht, hier liegt der Fokus aber weniger auf Expertenwissen und einem Dozenten, sondern die Lerner sollen/müssen sich aktiv über ihr Wissen, ihr Unwissen, über Probleme und Lösungsansätze austauschen. Da dieses Vorgehen insgesamt weniger „formal“ ist, wird es bei der folgenden Betrachtung (aus Perspektive der Bildungseinrichtung) vernachlässigt. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es viele praktikable Typen von praxisbezogenen Lehrveranstaltungen für die Präsenzphasen im Rahmen des Blended Learning für den MINT-Bereich gibt. Wie sich diese im Rahmen eines E-Learning-Systems auch elektronisch unterstützt durchführen lassen, zeigt der Abschnitt III.5.3.3.

### III.5.2.3. Fachgespräche zur Anrechnung von Vorkenntnissen

Eine der größten Chancen des Blended Learnings im Kontext des Lebenslangen Lernens ist, dass Lerner während spezieller Präsenzveranstaltungen bzgl. ihrer Erfahrungen und ihrer Vorkenntnisse hinsichtlich geforderter Weiterbildungsziele fachlich eingestuft werden können. Dies ist insofern vorteilhaft, da auf diese Weise einerseits die zeitliche Ausdehnung der Weiterbildung verkürzt werden kann und andererseits so gezielt die Vertiefung in spezielle, notwendige Themenbereiche möglich ist. Zwar böte sich grundsätzlich die Möglichkeit, Vorwissen anhand allgemeiner webbasierter Tests zu prüfen, allerdings könnte dabei wenig auf die Entwicklung des Individuums eingegangen werden. Dies ist bei MINT-Fachkräften aber durchaus sinnvoll. Bedenkt man, dass komplexe Zusammenhänge in der Regel nicht schnell erfasst wurden und sich die aktuelle Kompetenz eines Individuums vor allem auch aus dem Lernprozess und den dabei gesammelten Erfahrungen zusammensetzt, werden gerade diese

---

<sup>150</sup> Hmelo-Silver 2004, S. 235

<sup>151</sup> Vgl. Carlson 1999, S. 20ff

nicht in Form von Faktenwissen abprüfbar informellen Kenntnisse, Erfahrungen, Ansichten (z.B. aufgrund eines anderen Bildungsweges) sowie Verhaltensweisen wichtig – die dann beim weiteren Arbeits- und Bildungsweg gezielte Berücksichtigung werden können.

Die konkrete Einstufung im Rahmen von Präsenzveranstaltungen kann in Rahmen von Einzel- oder Gruppen- **Fachgesprächen** stattfinden. Prinzipiell kann darunter eine Kombination aus einer fachspezifischen Diskussion wie bei Seminaren und einer (mündlichen) Prüfung bzgl. eines definierten Themenhorizonts verstanden werden, die von einem Fachmann (z.B. Dozent) moderiert/durchgeführt wird. Insbesondere im MINT-Bereich, dessen Absolventen einen hohen Grad an Transferkompetenzen in anspruchsvollen technischen Themengebieten erbringen müssen, werden somit realistische(re) Einstufungen möglich, die im Vergleich zur Einstufung mit EQF gezielt auf die in der späteren Anwendung erforderlichen Themen eingehen können. Bei der beruflichen Weiterbildung in Kooperation mit einem Unternehmen können dazu gezielt externe Berater hinzugezogen werden. Handelt es sich um sehr spezialisierte Aufgabenbereiche, kann eine solche Einstufung zudem im Rahmen eines kleinen Projekts erfolgen, bei dem z.B. mit Problem-Based-Learning der Ausgangspunkt, aber auch der Lernprozess bei der Lösung praxisnaher Probleme begutachtet wird (ähnlich einem „Assessment-Center“). Insgesamt entsteht ein deutlich facettenreicherer Eindruck über den jeweiligen Kenntnisstand des Lerner, der grundlegender Bestandteil für eine partielle Weiterbildung – bei der nur das fehlende Fachwissen ergänzt wird – im Sinne des lebenslangen Lernens ist. Eine unterstützende E-Learning-Software sollte auch hier für Kommunikation und Transparenz sorgen: Terminplanung ermöglichen, Anforderungen genau skizzieren, etwaige Einstufungskriterien offenlegen und Materialien für Vor- und Nachbereitung anbieten.

### III.5.3. Online-Lernphasen – Vernetzung und Kommunikationswege

Bevor die Vorteile flexibler neuer Lernszenarien durch E-Learning aufgezeigt werden können, müssen zunächst die Herausforderungen gelöst werden, die sich durch den Fernunterricht („distance Learning“) ergeben: Dabei sind Lerner und Lehrer überwiegend bis ausschließlich räumlich getrennt und Alleinlerner müssen sich selbst organisieren, motivieren, etc.<sup>152</sup> Die E-Learning-Software und weitere (Kommunikations-) Technologien garantieren dabei die Vernetzung von Lehrern und Lernern, Lernern untereinander sowie die Versorgung mit Lernmaterialien. Im Rahmen der Lehre und des Lernens können die in Tabelle 12 angegebenen Kommunikationsmethoden und –mittel zur Durchführung verwendet werden:

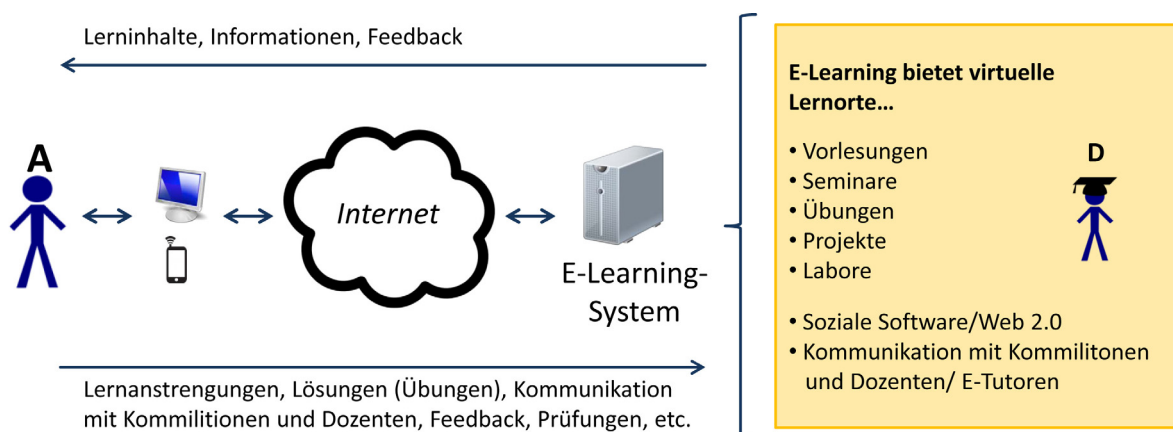
---

<sup>152</sup> Vgl. Knapper, Cropley 2010, S. 28

	Synchron	Asynchron
<b>Kommunikation (two-way)</b>	Chat (-Rooms), internet messenger, virtual worlds	E-Mail, Web 2.0, Web-Forum
<b>Information</b>	e-conferences, webinar (web conferences), video conferencing	Webseiten, Wiki, Podcasts (Video, Audio), RSS
<b>Aufzeichnung/Speicherung</b>	Chat history, electronic footprint, VLE statistics	Blog, Twitter, Facebook

**Tabelle 12: Techniken für synchrone oder asynchrone Online-Lernangebote<sup>153</sup>**

All diese Methoden bieten spezielle Vor- und Nachteile, auf die bei der Beschreibung der softwaretechnischen Umsetzung gezielt eingegangen wird (vgl. III.7 und folgende). Zunächst werden allerdings die Lernszenarien beschrieben, die durch den Einsatz dieser Techniken ermöglicht werden. Der offensichtlichste Unterschied von Lernszenarien im Kontext des E-Learnings im Vergleich zu reinen Präsenzveranstaltungen ist, dass die Beziehung „Anbieter/Dozent - Lerner“ nun nicht mehr zwangsläufig aus zwei realen Personen bestehen muss: Der Anbieter der Informationen ist nun entweder das E-Learning-System oder zumindest die Schnittstelle, über die mit dem realen Dozenten oder Tutoren kommuniziert werden kann (vgl. Abbildung 12):



**Abbildung 12: Wechselwirkung zwischen IT und Menschen in Online-Lernphasen<sup>154</sup>**

Diese Tatsache ermöglicht die (theoretische) Unabhängigkeit von Zeit und Ort: Es ist also nicht mehr notwendig, zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort zu sein, um z.B. an einer Vorlesung oder einem Seminar teilzunehmen. Die bislang ortsgebundenen Lernorte werden zu virtualisierten oder **virtuellen Lernorten**. Wird die E-Learning-Anwendung anstatt von einem lokalen Computer schließlich durch den Webbrowser eines mobilen Geräts (Smartphone) genutzt, ergeben sich die hoch flexiblen Lernszenarien des Mobile Learnings. Die kommenden Abschnitte stellen nun eine Vielzahl von Lernszenarien für

<sup>153</sup> Woollard 2011, S. 22

<sup>154</sup> Eigene Darstellung.



Online-Lernphasen für den MINT-Bereich vor – soweit nicht anders angegeben, können diese grundsätzlich sowohl von lokalen, als auch mobilen Geräten gleichermaßen genutzt werden.

### III.5.3.1. Online-Lernen und Online-Vorlesungen

Vorlesungen sind ein zentraler Lehrveranstaltungstyp in der höheren Bildung. Im Rahmen des E-Learnings gilt es also, ein Pendant für sie zu schaffen. Dazu gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, wie z.B. die Online-Vorlesung oder das Online-Lernen. Die **Online-Vorlesung** (auch Tele-Teaching) bezeichnet eine synchrone Echtzeitübertragung einer Vorlesung als Videostream über das Internet (z.B. in geographisch entlegenen Regionen für den Fernunterricht eingesetzt, da die Schüler wg. Entfernungen die Schule nicht erreichen können), wobei sich hier – sofern die Videos nicht archiviert werden und dann unbegrenzt zur Verfügung stehen – wiederum die terminliche Restriktion sowohl für Dozenten als auch Lerner ergibt. Für die Umsetzung der hier beschriebenen Aus- und Weiterbildungsmaßnahme wird daher auf diese Live-Übertragungstechnik als Standard verzichtet, Einzeltermine können aber durchaus auf diese Weise gestaltet werden.

Den Hauptbestandteil der Lernanstrengungen bildet in dieser Betrachtung das **Online-Lernen**, bei dem die Inhalte auf Webservern gespeichert werden und (asynchron) jederzeit zum Abruf bereitstehen. Natürlich ist das Online-Lernen nicht direkt mit einer Vorlesung vergleichbar, da es sich nicht um eine „Veranstaltung“ im eigentlichen Sinne handelt. Vielmehr stehen die Inhalte im Internet bereit und die Lerner müssen diese selbständig erfassen; denn die Möglichkeit des direkten Nachfragens besteht nicht. Zudem muss das Lernen selbst organisiert und motiviert werden. Im Vergleich zu einer Vorlesung liegen die Inhalte dafür komplett als Hypertext vor und weisen daher vielfältige Verknüpfungen zu weiteren multimedialen Elementen auf. Um das Verständnis von komplexen Inhalten zu erleichtern, können alternative Darstellungen des Inhalts auf dem Webserver vorgehalten werden, wie z.B. Abbildungen, andere Erklärungstexte, Vorlesungsaufzeichnungen, Animationen und Simulationen. Sämtliche Inhalte werden über ein LMS-System so ausgeliefert, dass sie über mobile oder lokale Webbrowser aufrufbar sind.

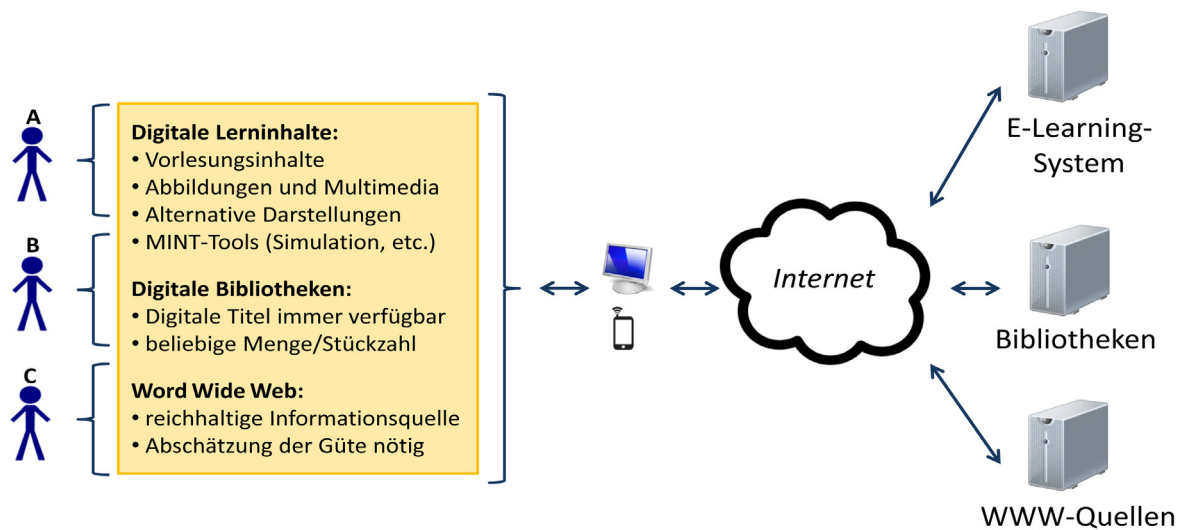
Die nachfolgende Abbildung 13 zeigt, dass der Lerner beim Online-Lernen flexibel unterschiedlichste Lerninhalte beziehen kann. Um den Nachteil des Alleinlernens abzumildern, ist die Vernetzung und Kommunikation mit Kommilitonen – das **Kollaborative Lernen** – via Internet möglich.

### Flexibler und restriktionsarmer Zugriff auf Lerninhalte und Informationen

⌚ zu jeder Uhrzeit

🌐 von jedem Ort (mit Internet)

👥 unbegrenzte Anzahl



**Abbildung 13: Flexibler Zugriff auf Lernmaterialien und Informationen beim Online-Lernen<sup>155</sup>**

Zum Studium in höheren Instituten zählt zudem die Recherche von weiterführenden Quellen und Informationen. Zwar werden in den Lernmaterialien an sich schon zahlreiche kontextsensitive Quellen hinterlegt sein. Allerdings muss auch die Recherche an sich geübt werden, da (nicht nur) im MINT-Bereich die selbständige Beschaffung von Informationen und Aneignung von Wissen als grundlegende Fertigkeiten angesehen werden können. Im Vergleich zum Präsenzlernen wird dazu zunächst online in Bibliotheken oder anderen Quellen recherchiert und die Güte der Quellen abgeschätzt. In Zeiten des Internets steht nämlich in der Regel nicht mehr die eigentliche Suche nach Informationen im Mittelpunkt, sondern die Einschätzung, welche Güte diese haben, also die Fähigkeit zur schnellen Prüfung von Informationen und die Auswahl von Relevantem für das eigene Lernen.

#### III.5.3.2. Formen des Lernens mit Social Software

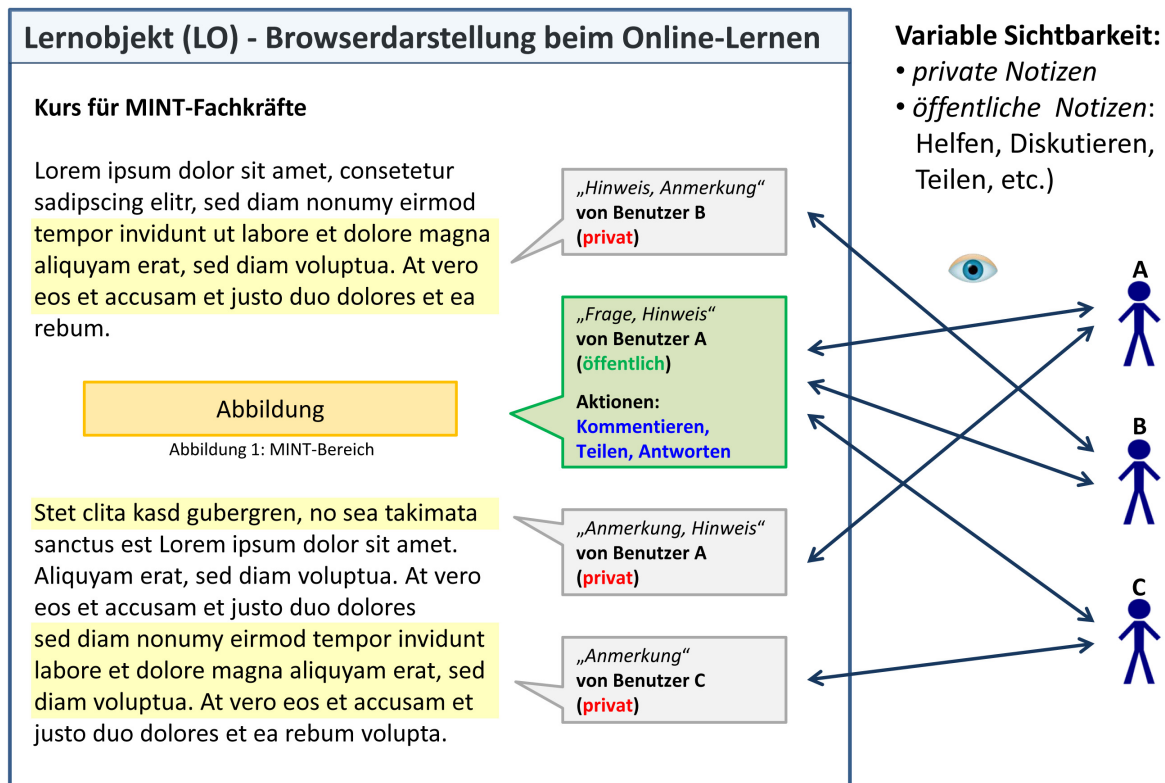
Wie bereits erwähnt, ist das Alleinlernen im Rahmen des E-Learnings eines der größten Probleme, das durch Anleihen am kollaborativen Lernen abgeschwächt werden sollte. Einerseits dient dafür die soziale Vernetzung, welche die direkte Kommunikation unter den Kommilitonen ermöglicht und somit aus anonymen Alleinlernern eine Gruppe mit einem gemeinsamen Ziel werden kann. Dieser Umstand hat starke psychologische Effekte und wirkt in der Regel positiv auf die eigene Motivation. Andererseits kann durch die Einbindung sozialer Software in der E-Learning-Umgebung, über diese Vernetzung hinaus, ein Mehrwert für den

<sup>155</sup> Eigene Darstellung.

Lernprozess erreicht werden: Beispielsweise kann die Darstellung von Lerninhalten so gestaltet werden, dass jeder Studierende sie kontextsensitiv kommentieren und mit Notizen versehen kann. Hierfür könnte eine Art „Post-It“-Markierung dienen, die an einem bestimmten Element des DOM-Baums in der HTML-Struktur angedockt wird und somit direkt die entsprechende Stelle markiert – also prinzipiell das nachbildet, was innerhalb von Büchern oder Textausdrucken mit Klebezetteln und Textmarkern erreicht wird. Derartige Markierungen können entweder als private Notizen genutzt werden oder aber öffentlich sein und der Lern-Community (z.B. den Kommilitonen) zur Verfügung gestellt („geteilt“ oder „empfohlen“) werden. Zur Erhöhung der allgemeinen „Awareness“, können zudem Benachrichtigungen an andere Studierende oder Dozenten verschickt werden.

Auf diese Weise entsteht eine Sammlung von Kommentaren, weiterführenden Hinweisen, Hyperlinks zu anderen Quellen, vielleicht alternativen Darstellungen, die als eine weitere Ebene über den Lernmaterialien eingeblendet werden, um so die Inhalte aufzulockern und das Verstehen zu unterstützen. Generell können mit dieser Technik interaktive(re) Lerninhalte geschaffen werden. Denn zusätzlich zu reinen Notizen oder Kommentaren können natürlich auch Fragen zu bestimmten Abschnitten kontextsensitiv in den Text integriert und auch dort beantwortet (oder in ein Webforum verlinkt) werden. Natürlich werden Lerninhalte an sich dadurch nicht verändert, aber eben um zahlreiche Metainformationen ergänzt und diese Ergänzungen auf Wunsch angezeigt. So entsteht das kollaborative Lernen – die gemeinsame Beschäftigung mit dem gleichen Thema, obwohl man eigentlich alleine vor dem Bildschirm sitzt. Die Erhöhung des Lernerfolgs, bzw. die Verbesserung des Verständnisses der Lernthemen, wird dabei einerseits durch die von der Gruppe/Community zusammengetragenen Informationen erreicht (Prinzip: *„viele Augen sehen mehr oder viele Köpfe wissen mehr als wenige“*) und ist andererseits in der eigenen Motivation und der engeren/aktiveren Auseinandersetzung der Lerner mit den Unterlagen begründet (Prinzip: *„von anderen kommentierte oder empfohlene Inhalte müssen interessant oder hilfreich sein“*).

Ein Beispiel, wie dies während des Online-Lernens mit Lerninhalten aussehen könnte, zeigt die folgende Abbildung 14.



**Abbildung 14: Anwendungsszenario für Social Software im E-Learning<sup>156</sup>**

Weitere Möglichkeiten des kollaborativen verteilten Lernens ergeben sich durch Technologien, die es z.B. über Telefon-/Videokonferenzen ermöglichen, gemeinsam am gleichen Dokument zu arbeiten, oder über spezielle Groupware, Änderungen an gemeinsamen Graphiken etc. vorzunehmen – entsprechende Lösungen werden vom Forschungsbereich *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)* erarbeitet.<sup>157</sup>

Noch einen Schritt weiter geht der Ansatz der „kollaborativen Erstellung von Lerninhalten“: Ausgehend von dem obigen Beispiel wäre es dabei nicht nur möglich, Zusatzinformationen an den eigentlichen Lerninhalt zu „heften“, sondern diesen direkt komplett zu ändern – dies entspräche dem Wiki-Prinzip, bei dem die Inhalte von der Community, bzw. der Netzgemeinde, gemeinsam generiert werden.<sup>158</sup> Insgesamt ist dieser Ansatz auf dem Vormarsch, insbesondere, da auf diese Weise einfach und schnell kostenlose Lerninhalte erstellt werden könnten (natürlich muss man sich auch hier an Standards und sonstigen Regeln für gutes und nachhaltiges E-Learning orientieren). Allerdings gibt es auch Kritik, die insbesondere die inhaltliche Qualität derartiger Lernmaterialien thematisiert. Zudem wären viele wichtige technische Fragen bei einer Umsetzung zu klären, wie z.B. wie können die Inhalte versioniert gespeichert werden, wie erkennt man „von Autoritäten geprüfte“ Versionen des Inhalts, etc.?

<sup>156</sup> Eigene Darstellung.

<sup>157</sup> <http://www.fgcscw.de>, abgerufen am 12.07.2012

<sup>158</sup> Vgl. Projekt „Wikilearnia“ der Universität Rostock, <http://wiki-learnia.org>, abgerufen am 10.04.2013

Insgesamt ist dieser Ansatz eine konsequente Umsetzung des Web 2.0-Gedanken und wird zukünftig noch zu berücksichtigen sein. Wohl aber weniger für die Ausbildung an Hochschulen, sondern z.B. eher als günstige Bildungsalternative in Entwicklungsländern oder als Umsetzung für die Weiterbildung im Unternehmenskontext – denn hier geht es insbesondere auch um die Dokumentation von informellem Wissen, das Mitarbeiter für ihre Kollegen auf diese Weise als E-Learning-Material aufbereiten könnten.

### **III.5.3.3. Virtuelle Lernorte für Laborarbeit, Übungen und Seminare**

Je mehr Zeit bei der Umsetzung von Blended Learning anteilig für die Online-Lernphase geplant wird, umso vielfältiger und vollständiger müssen dann auch die dort angebotenen Veranstaltungstypen sein. Dies gilt umso mehr, da jeder Typ (Vorlesung, Übung, Seminar, etc.) eine eigene Zielsetzung verfolgt und dazu unterschiedliche Lernarten zum Einsatz kommen (sollten). Oben wurde bereits erwähnt, dass E-Learning grundsätzlich jeden bisherigen Veranstaltungstyp sinnvoll unterstützen kann, eine ausschließliche Abbildung aber nicht immer möglich oder ratsam ist. Im Folgenden werden für die oben skizzierten Arten von Lehrveranstaltungen im Rahmen der MINT-Aus-/Weiterbildung Lernszenarien für die Online-Lernphasen angegeben. Die verteilte Bearbeitung von Daten/Dokumenten, der Zugriff auf Unterlagen/Informationen und die Vernetzung mit anderen Lernern oder Dozenten/Tele-Tutoren erfolgt dabei im Allgemeinen wie in Abbildung 11 dargestellt.

#### **Virtuelle Übungen**

Die Gestaltung von virtuellen Übungen ist recht einfach: Inhaltlich werden Übungsaufgaben und zugehörige Lösungen vorbereitet, auf die über die E-Learning-Anwendung zugegriffen werden kann. Durch die Vernetzung der Studierenden durch soziale Software können Aufgaben gemeinsam bearbeitet werden, virtuelle Gruppenbearbeitung wird möglich. Sind die Übungen zur Selbstkontrolle oder zum Trainieren konzipiert, können Lösungen direkt mit veröffentlicht werden. Sollen diese auch eine Prüfungsfunktion übernehmen, werden nur die Aufgaben und ein Zeitlimit veröffentlicht, zu dem die Lösungen spätestens zur Kontrolle eingereicht werden müssen. Dies kann z.B. durch direkte Eingabe in speziellen Webformularen erfolgen oder einfacher als Upload kompletter Dateien (digital erstellte Dokumente oder Scans einer Abschrift).

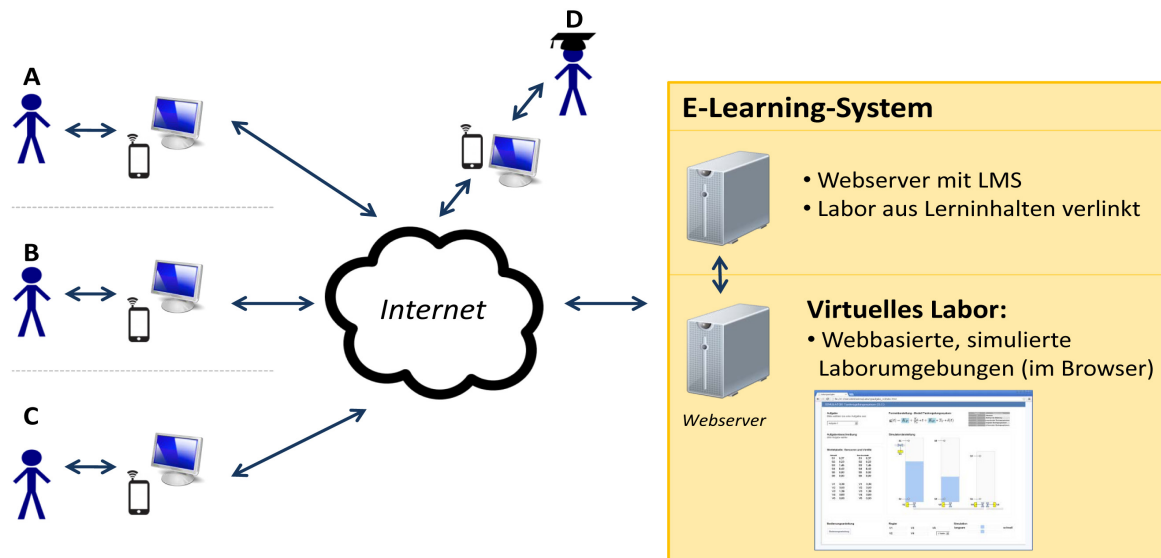
### **Virtuelles Seminar oder virtuelle Projekte**

Das *Seminar* dient nicht nur der Recherche und Erarbeitung eines bestimmten Themengebietes hinsichtlich einer Fragestellung, sondern insbesondere auch der Präsentation der Ergebnisse und einer abschließenden Diskussion. Die Durchführung eines virtuellen Seminars besteht somit aus mehreren Teilen: Organisation und Vergabe der Themen, Teambildung, Recherche und Bearbeitung, Dokumentation, Präsentation sowie einer Diskussion. Seine Stärken kann das E-Learning in diesem Bereich insbesondere bei der Planung, Aufgabenverteilung und Recherche entfalten. Hier bietet der einfache Zugriff auf Kursdaten, Themen und Kalender für die Zeitplanung, Terminfindung und die Onlinerecherche-möglichkeiten nach vielfältigen Quellen einen echten Mehrwert. Dies kann teilweise auch noch für die verteilte Gruppenarbeit gelten, bei der gemeinsam an zentral gespeicherten Dokumenten gearbeitet werden (z.B. via Google Docs, Instant Messaging, Chats oder Foren). Sobald es allerdings an die Präsentation und Diskussion der Ergebnisse geht, wäre eine Umsetzung oder Unterstützung durch IT zwar denkbar, ist aber nicht immer zielführend. So könnten Präsentationen z.B. via Videokonferenzen stattfinden, Diskussionen zudem über Chats oder Foren. Allerdings werden dadurch grundsätzlich wichtige Lernziele, wie z.B. „freies Reden vor einer Gruppe“ oder das Moderieren einer Diskussion tendenziell vernachlässigt. Im Rahmen des Blended Learnings kann eine solche Veranstaltung also idealerweise so gesplittet werden, dass die Bearbeitung des Themas während der Onlinephase stattfindet, und die Präsenzphase für eine Abschlusspräsentation genutzt wird. Dies gilt analog auch für *Projekte*, wobei hier der Fokus insbesondere auch noch auf dem stärkeren Praxisbezug liegt und neben der Projektarbeit/-Dokumentation auch noch ein Prototyp erstellt oder ein spezieller Versuch durchgeführt werden muss.

### **Virtuelle Labore**

Virtuelle Labore sind webbasierte Simulatoren, die labortypische Anwendungen über das Internet zur Verfügung stellen und so das „Experimentieren“ im Browser ermöglichen, wie z.B. Untersuchungen verschiedener Proben am Mikroskop. Abbildung 15 zeigt, wie der Lerner dabei mit dem virtuellen Labor kommunizieren kann.

🕒 zu jeder Uhrzeit      🌐 von jedem Ort (mit Internet)      👥 unbegrenzte Anzahl



**Abbildung 15: Lernszenario für das Lernen mit virtuellen Laboren<sup>159</sup>**

Da es sich beim kompletten Labor um eine Simulation handelt, bestehen keinerlei Einschränkungen hinsichtlich des Zugriffszeitraums oder der Anzahl der Zugriffe, auch die Gruppenbearbeitung ist prinzipiell möglich. Zur Betreuung der Studierenden können sog. E-Tutoren herangezogen werden, die virtuell bei Fragen oder Problemen assistieren.

### Remote Labs

Im Gegensatz dazu gibt es Remote Labs<sup>160</sup>, die „aus Programmen auf dem Computer [bestehen], die über das Internet auf weit entfernte reale Experimentalanlagen, Geräte und Labore zugreifen können“<sup>161</sup>. Als typische Anwendung des „Remote Access“- (Fernzugriff-) Gedankens, können die so erreichten Geräte und Labore durch die Lerner über eine Webanwendung gesteuert werden (vgl. Abbildung 16). Die Rückmeldung über den Versuchsablauf und Ergebnisse erfolgen über den Bildschirm in Form einer Webcam-Videoübertragung und der Anzeige von versuchsrelevanten Daten in Echtzeit.

Im Vergleich zum virtuellen Labor, werden hier physisch vorhandene Geräte und Versuchsaufbauten manipuliert. Dadurch ergeben sich natürlich Restriktionen in Bezug auf den Zugriffszeitpunkt oder die Dauer: z.B. nur eine Person pro Zeitraum (ggf. müssen Zeitpläne er-

<sup>159</sup> Eigene Darstellung.

<sup>160</sup> Synonyme: Remote Laboratorys oder auch Fernlabore (dt.)

<sup>161</sup> Schulmeister 2006, S. 229

stellt werden) und „Sperrung“ des Labors für andere Benutzerzugriffe über das Internet bis zum Abschluss des Versuchs. Zur Betreuung der Studierenden können sowohl reale Tutoren oder Dozenten, als auch E-Tutoren herangezogen werden. Dies hängt insbesondere vom Versuchsaufbau ab und, ob dieser eine reale Person im Labor erfordert (z.B. zum Kontrollieren oder Zurücksetzen eines Experiments).

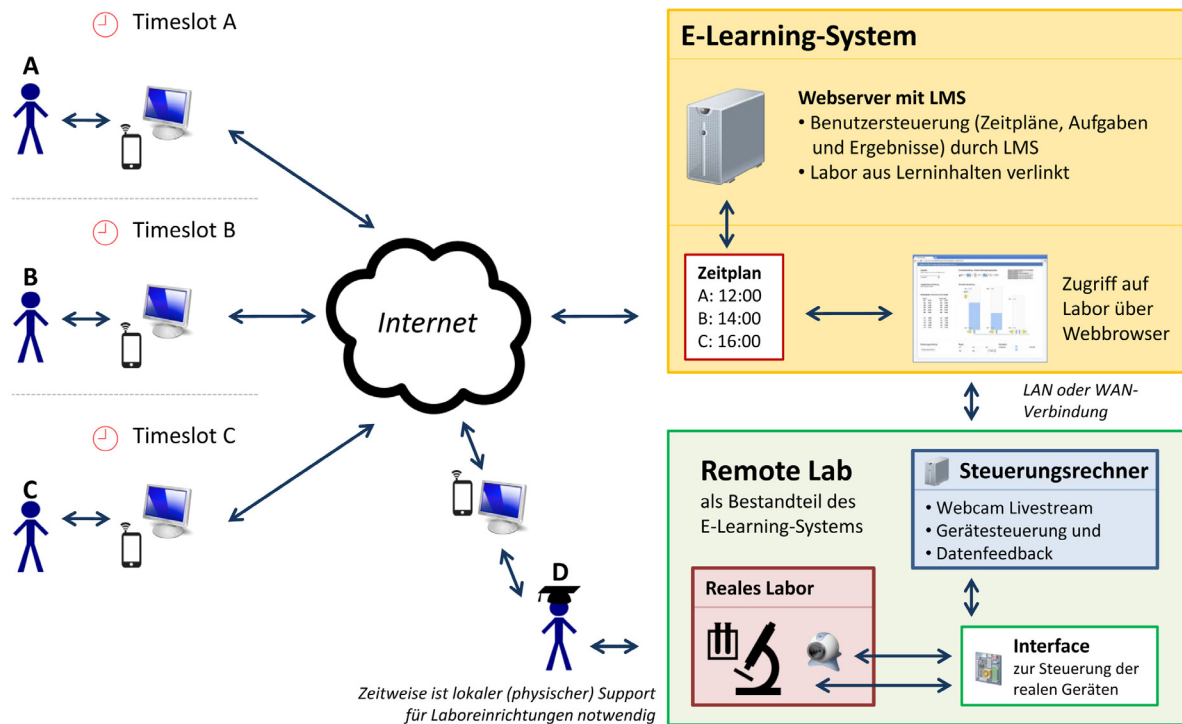


Abbildung 16: Lernszenario für den Zugriff auf Fernlabore<sup>162</sup>

Zur Unterstützung der Lehre gibt es auch noch andere Beispiele für die **Virtualisierung realer Lernsituationen**. Beispielsweise in Form von Simulationen oder Animationen, die vor allem im MINT-Bereich einen großen Mehrwert bedeuten, da einige Situationen für den Lerner sonst überhaupt nicht „erfahrbar“ oder „erlebbar“ wären. Dazu zählen z.B. virtuelle Flüge durch Moleküle, Atome, Zellen oder Vulkane, Planeten, etc. Ebenso gibt es „virtuelle Exkursionen“<sup>163</sup>, die nicht nur das „Reisen“ an andere Orte, sondern vor allem auch in andere Zeiten erlauben. So ermöglichen videogestützte Simulationen z.B., die Erde in verschiedenen Zeitepochen zu sehen, was nicht nur für Naturwissenschaftler, sondern auch für andere Disziplinen interessant sein könnte.

Es steht außer Frage, dass diese virtuellen Lernorte insgesamt einen sehr großen Mehrwert für Teile der Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich bieten können. Allzu euphorisch darf man dabei allerdings auch nicht sein, da es für die meisten E-Learning-Vorhaben wohl

<sup>162</sup> Eigene Darstellung.

<sup>163</sup> z.B. Virtual Excursion (VirtEx), <http://www.virtex.ethz.ch/>, Abgerufen am 15.01.2013



schlichtweg unmöglich sein wird, derartige Angebote zu entwickeln. Da es sich um stark individuelle Anwendungen handelt (= auf das eigene Themengebiet und die Lerninhalte angepasst), müssen diese für den speziellen Zweck entwickelt werden, was in der Regel hohe Kosten verursacht und sehr zeitintensiv ist. Daher finden sich derartige Features oftmals nur bei („Leuchtturm“-) Projekten mit entsprechend hohem Budget.

#### III.5.3.4. Mobile Learning als Grundlage innovativer Lernszenarien

Es wurde bereits gezeigt, dass M-Learning das nächste große Thema der elektronisch unterstützten Aus- und Weiterbildung sein wird (II.2.4 und VI.1.1.1.6). Denn durch die mobile Verfügbarkeit des Internets „in Taschengröße“ ist es nun buchstäblich wirklich „immer dabei“ – was bei portablen Geräten wie Notebooks nur teilweise der Fall gewesen ist. Die Relevanz des M-Learnings wird insbesondere auch durch die Tatsache bekräftigt, dass die Zahl der Smartphone-Nutzer in den letzten Jahren sprunghaft angestiegen ist: Von 6,3 Millionen Menschen im Jahr 2009, sind es bis Ende 2012 nun rund 30 Millionen Menschen, die in Deutschland über ein internetfähiges Smartphone verfügen, das für eine E-Learning-Anwendung geeignet ist.<sup>164</sup> Analog zur Entwicklung der Breitbandinternetanschlüsse in Deutschland wird auch die Zahl der Smartphones weiter ansteigen und es kann davon ausgegangen werden, dass dies in naher Zukunft keine ernstzunehmende Zugangsbarriere mehr sein wird.

Eine aktuelle Blended E-Learning-Umsetzung muss also explizit M-Learning und Smartphones (und andere mobile Geräte) unterstützen. Bei E-Learning bezogen auf das Lernen und den Zugriff auf Lernunterlagen für lokale Geräte zwar schon eine gewisse zeitliche Flexibilität, kommt beim M-Learning jetzt auch noch die verbesserte Unabhängigkeit vom Ort dazu. Es ist selbstverständlich, dass sich die Anzahl der somit möglichen Lernszenarien immens erhöht.<sup>165</sup> Dabei kann prinzipiell zwischen zwei Typen unterschieden werden: Lokale Lernszenarien und mobile Lernszenarien. Diese Unterscheidung ist insbesondere für das zugrunde liegende E-Learning-System relevant, das die Lerninhalte und Umsetzungen von Veranstaltungstypen (Online-Lernen, Online-Übung, etc.) für den entsprechenden Gerätetyp für die Ausgabe optimiert auf dem Server vorhalten und ausliefern muss. Dabei soll unter lokalen Lernszenarien die Art von E-Learning verstanden werden, die an einem stationären PC (zu Hause oder woanders) stattfindet. **Mobile Lernszenarien** werden analog dazu mit einem mobilen (nicht portablen) Gerät, wie einem Smartphone, Tablet-PC oder MP3-Player, genutzt – in der Regel „von unterwegs“. Durch den Faktor der hinzugewonnenen „Mobilität“ kann das

---

<sup>164</sup> <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/198959/umfrage/anzahl-der-smartphonennutzer-in-deutschland-seit-2010/>, abgerufen am 02.02.2013

<sup>165</sup> Vgl. Caudill 2007, S. 9ff und Holzinger et al. 2005

Lernen im Grunde nun auch in nahezu allen vorher anders oder ungenutzten Situationen stattfinden, wie z.B. generell „unterwegs“, in (öffentlichen) Verkehrsmitteln (Bahn, Bus, Schiff, Flugzeug, etc.) oder, abhängig von der Auslieferungsart der Inhalte, auch im selbstgesteuerten Auto (z.B. die Tonspur einer Vorlesung für MP3-Player). Es können also problemlos kurze „Pausen“ im Tagesplan genutzt und (wenn gewünscht) durch das Lernen ausgefüllt werden – das Lernen vermag sich „nahtlos“ in verschiedenste Lebenssituationen einzufügen und unterstützt somit die Grundgedanken des lebenslangen Lernens. Eine Übersicht über das Lernen „unterwegs“ bietet Abbildung 17:

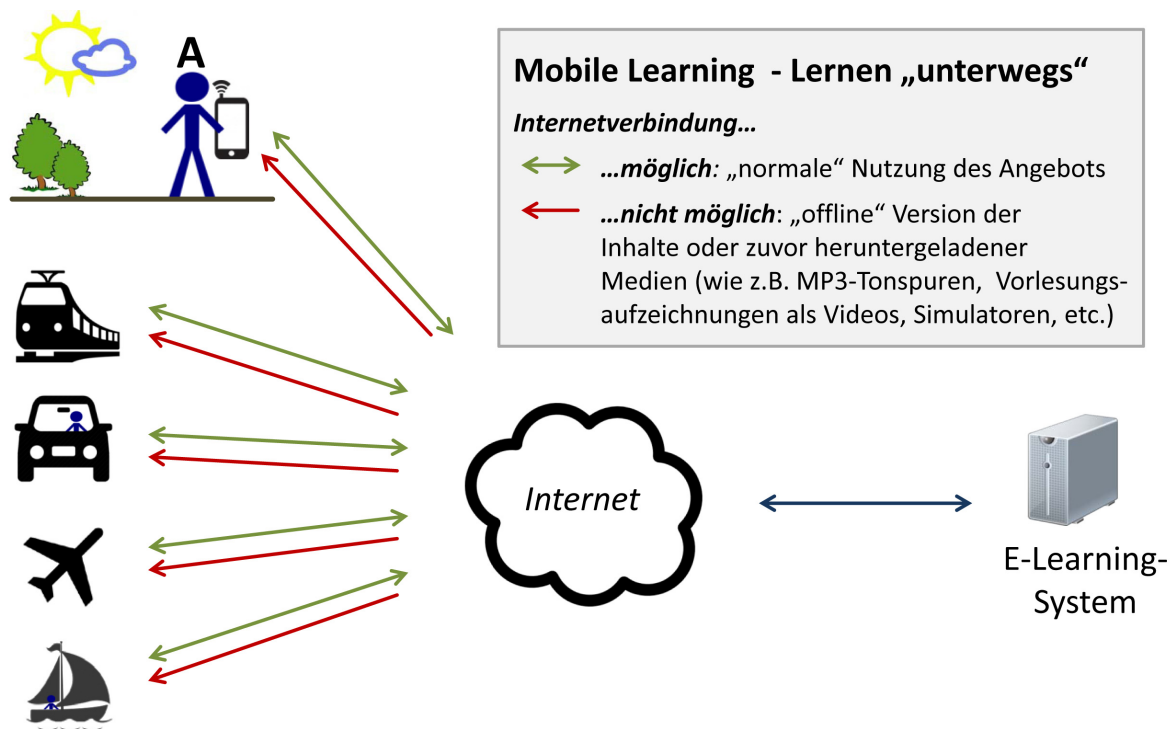


Abbildung 17: Lernszenarien mit M-Learning - Lernen „unterwegs“<sup>166</sup>

Moderne Smartphones (und teilweise auch Tablet-PCs) bieten zudem weitere Features, wie das softwaretechnische Ansprechen von geräteeigenen Sensoren, bzw. Schnittstellen (Datum und Uhrzeit, Kamera, Lage, Geschwindigkeit, bzw. Beschleunigung, GPS, empfangbare WLANs oder Einwahlknoten, Bluetooth, Infrarot, etc.), und natürlich die direkte Nutzung von Kommunikationstechnologie. Da das Smartphone in erster Linie ein Kommunikationsmittel ist (Telefon, SMS, Internet, Instant Messaging/Chat, etc.), wird die schnelle Vernetzung mit Anderen (z.B. auch Kommilitonen) problemlos möglich. Werden diese Chancen und Möglichkeiten geschickt in das E-Learning-Konzept und die Inhalte eingebunden, entstehen **soziale, situations- oder ortsabhängige Lernszenarien**. Wie diese für das Lernen oder die Aus- und Weiterbildung anwendbar sind, zeigt das folgende Beispiel:

<sup>166</sup> Eigene Darstellung.

*Für die Weiterbildung von z.B. Bodenpersonal eines Flughafens sollen innovative Techniken zum Einsatz kommen, als Weiterbildungsziel ist das Erkunden des gesamten Geländes einschließlich aller sicherheitsrelevanten Punkte, dem Kennenlernen aller Personen und aller zugehörigen notwendigen Informationen geplant. Dazu wird ein Mobile Learning-Produkt entwickelt: Der Lerner beginnt das Lernen mit einem Smartphone oder Tablet-PC und informiert sich selbständig über das Gelände und grundsätzliche Regeln. Für das Erkunden des Geländes ist eine „virtuelle Exkursion“ geplant, bei der das mobile Gerät als „Guide“ fungiert und den Lerner über das Gelände leitet. Durch eine Kombination aus GPS-Position, Lage und „Kamerablick“ ist dem Smartphone, bzw. der E-Learning-Anwendung, der jeweils aktuelle Standort des Lerners bekannt. Lerner können so nicht nur zu markanten Punkten gelenkt werden, sondern zu diesen auch spezielle Informationen erhalten – diese erscheinen **abhängig vom Ort**. Durch spezielle Markierungen der Route (Bsp. Bluetooth- oder RFID-Sender) können bestimmte Situationen generiert werden, wie z.B. Notfall, Feuer, etc., was die **situationsabhängige Veränderung der Lerninhalte** zur Folge hat und nun z.B. Rettungswege oder Verhaltensweisen erklärt. Durch die Einbindung von Social Software kann das mobile Gerät zudem darauf reagieren (Bluetooth, SMS, Einchecken in „locationbased services“), wenn „Freunde“, Kollegen bzw. Kommilitonen oder andere für den Lernprozess relevante Personen in der Nähe sind – diese können z.B. direkt bzgl. bestimmter Verfahrensweisen befragt oder einfach kennengelernt werden. Folgt zum Ende des Online-Lernens im Sinne des Blended Learnings ein weiterer Präsenztermin, kann dieser als Fachgespräch stattfinden, bei dem informelles, (bislang) nicht dokumentiertes Wissen weitergegeben oder gezielt Detailfragen zu Verfahrensweisen geklärt oder diskutiert werden.*

Zwar würde in dieser Konstellation eine Einarbeitung durch reale Personen ggf. einfacher sein – wäre aber nicht zeitlich unabhängig durchführbar, nicht unbegrenzt wiederholbar und ggf. würde wichtiges Detailwissen durch den Mentor nicht vermittelt werden. Allerdings zeigt dieses Szenario einen Ausschnitt aus den neuen Möglichkeiten, die durch das permanente Vorhandensein von vernetzten Geräten, Kommunikationsmedien und Lernmitteln entstehen können. Eine konsequente Nutzung dieser Konzepte greift der Trend „Ubiquitous Learning“ auf (vgl. III.5.3.5 und III.7.8.2). Derartige Lösungen werden aber in der Regel nicht mehr (ausschließlich) in Form einer browserbasierten Webanwendung abbildbar sein, sondern erfordern die zusätzliche Entwicklung nativer „Apps“ – deshalb bleiben diese in der weiteren konkreten Umsetzung außen vor, bilden aber ein wichtiges Feld für weitere Forschung.

Insgesamt muss bei allen mobilen Szenarien bedacht werden, dass, je nach Art der Umsetzung, für die Nutzung des Lernangebots eine konstante Internetverbindung notwendig (was die örtliche Flexibilität einschränken könnte) ist – sind die Lernmaterialien offline nutzbar (was empfehlenswert ist) entfällt diese Restriktion. Zudem muss die Energieversorgung (Ak-

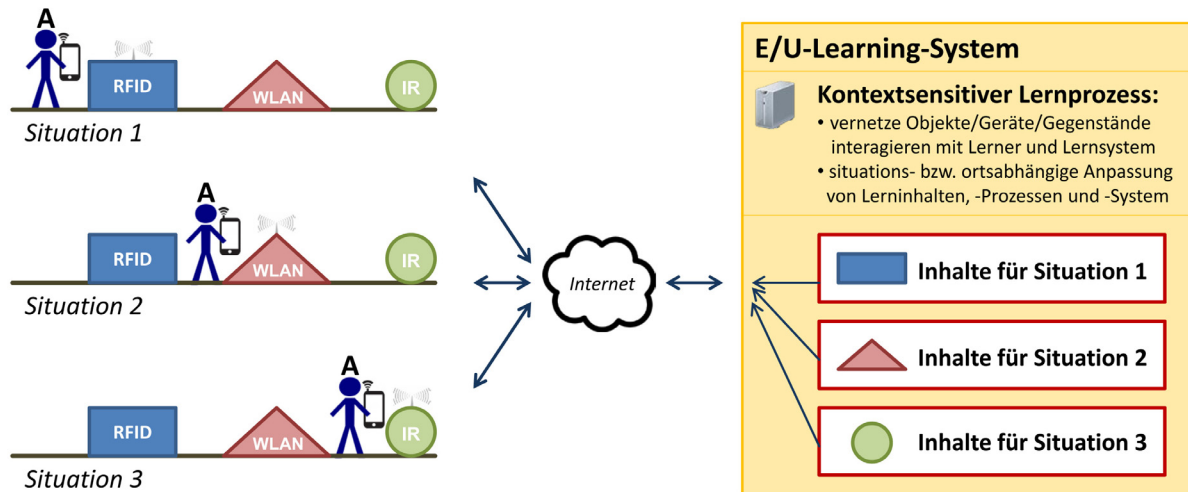
ku) des Geräts sichergestellt sein. Ebenso muss berücksichtigt werden, dass sich ein Großteil dieser Lernszenarien nur dann ergeben wird, wenn die E-Learning-Anwendung (ggf. die notwendigen „Apps“) und die -Inhalte auch dahingehend optimiert sind. Viele der Standard-Systeme und LMS tun dies derzeit noch nicht in diesem Umfang. Wie ein E-Learning-System für die volle Ausschöpfung all dieser Lernszenarien beschaffen sein muss, zeigen die Abschnitte ab III.7.7.

### III.5.3.5. Ubiquitous Learning und Situation Based Learning

Neben M-Learning ist ein weiterer technischer Trend für E-Learning das **Ubiquitous-Learning** oder **U-Learning**. Der Begriff entstand als Weiterentwicklung des Ubiquitous Computings (durchdringendes Rechnen), bei dem Alltagsgegenstände in der Umgebung von vernetzten Rechnern durchdrungen oder selbst Rechner sind. U-Learning bezeichnet vor allem das *kontextsensitive Lernen*, bei dem die Umgebung in der jeweiligen Situation Rückmeldungen an den Lerner gibt und den Lernprozess so steuern oder beeinflussen kann. Eine detaillierte Einführung bietet der Abschnitt III.7.8.2.

Wie bereits im vorherigen Abschnitt angedeutet, bedeutet dies im Vergleich zum reinen M-Learning konkret, dass der Aufenthaltsort oder die Situation, in der sich der Lerner befindet, Relevanz und Einfluss auf den Lernprozess hat, mobile Geräte also zu Vermittlern zwischen der Situation, der Umgebung, dem Lerngegenstand und dem Lerner werden. Diese Geräte sind dann nicht zwangsläufig nur Smartphones, sondern beliebige mit dem System, dem Internet oder anderen Netzwerk verbundene Geräte oder Gegenstände in der Umgebung.

In der technisch komplexen Welt des MINT-Bereichs ist es heute oftmals schon schwierig alle Details „im Kopf parat zu haben“, zukünftig wird es nahezu unmöglich sein. Spätestens dann werden zusätzlich zu den eigentlichen „Werkzeugen“, die z.B. ein Ingenieur oder Techniker für seine Arbeit braucht, weitere Hilfsmittel hinzukommen (ggf. verschmolzen in einem Gerät), die es ermöglichen, während des Arbeitsprozesses gezielt Hilfe zu erhalten oder eben das nötige Wissen zielgerichtet und schnell „nachzulernen“ (oder zumindest in Echtzeit verfügbar zu haben). Diese neuen Werkzeuge werden im folgenden Beispiel „Smart-Tools“ genannt (Smartphone ähnliches, mobiles Gerät). Diese sollen eine Parallelität von Funktionen aufweisen: Sie sind Unterstützer für das Lernen, Schnittstelle zwischen E-Learning- aber auch Firmenserver und stellen neben den Funktionalitäten eines „normalen Smartphones“ gezielte Problemlösungen, Projektplanungs- und –Managementtools bereit. Ein dadurch mögliches Lernszenario soll das folgende Beispiel aufzeigen (vgl. dazu auch eine schematische Darstellung eines Lernszenarios für das Ubiquitous Learning in Abbildung 18):

Abbildung 18: Lernszenario mit Ubiquitous Learning<sup>167</sup>

Ein sehr gut ausgebildeter Techniker einer Energiefirma ist zuständig für die Wartung von Energieleitungen und –netzen, sog. „Smartgrids“, die sowohl für die Übertragung von Strom, als auch für Telefon-, Internetsignale und Sensordaten genutzt werden. Bei einer Störung in diesem Infrastruktur- und Energiesystem erhält der Techniker über sein **Smart-Tool** eine Nachricht über den Störfall und Sensordaten des betroffenen Abschnitts. Zudem generiert das System eine erste Einschätzung des Problems, das der Techniker verifiziert. Da die Störung offenbar das Auswechseln eines Bauteils erfordert, plant der Techniker via Webanwendung seinen Bedarf an Werkzeugen und anderen Arbeitsmaterialien. Die benötigten Dinge werden für ihn in der Werkstatt zusammengestellt, während er auf dem Weg dorthin ist (der Waren- ausgang wird mit dem Smart-Tool gescannt und somit quittiert). Sind alle notwendigen Werkzeuge und Teile geladen, bekommt der Techniker auf dem Weg zur Problemstelle detaillierte Informationen zum Standort (wird von seinem Smart-Tool geleitet), sowie weitere Informationen zu Störfall und möglichen Problemlösungen (z.B. als Audio-Kommentar des Smart-Tools). Vor Ort sucht er die genaue Stelle an der sich der Störfall an der Leitung ergeben hat. Dabei wird er vom Smartgrid selbst unterstützt: Sensordaten werden an sein Smart-Tool gesendet und zeigen ihm die zu reparierende Stelle. Auch bei der Reparatur selbst können – falls nötig – explizite Anleitungen als Lernvideo auf dem Display seines Smart-Tools angezeigt werden (z.B. dann, wenn ein Bauteil eines neuen, ihm bisher unbekannten Fabrikats Verwendung finden soll). Ist die Reparatur erfolgt, prüft das Smart-Tool in Wechselwirkung mit dem Smartgrid (Kontakt über Knotenpunkte via Bluetooth, Infrarot, WLAN) die Funktionstüchtigkeit des Gesamtsystems. Während des Rückwegs sendet das Smart-Tool einen Bericht über die Reparatur, bestellt selbständig die verbrauchten Bauteile für das Lager nach und fügt die verwendeten Problemlösungsanleitungen dem öffentlichen Wissenspool der Firma und den

<sup>167</sup> Eigene Darstellung.

*Lern-Favoriten des Technikers hinzu, der diese bis zum nächsten Fachgespräch zur Prüfung der Qualifikation selbständig nachlernen kann.*

Salopp ausgedrückt klingt das obige Szenario zugegebenermaßen noch eher nach „Science Fiction“. Eine reale Umsetzung ist also erst langfristig zu erwarten. Dennoch wäre dies technisch betrachtet, zumindest theoretisch, auch schon heute möglich, da entsprechende mobile Geräte vorliegen. Allerdings sind diese bislang noch nicht miteinander vernetzt – dieses Ziel verfolgt das Ubiquitous Computing/Learning und das Internet der Dinge. Für die heutige Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich ist die Berücksichtigung von M-Learning obligatorisch, eine mögliche Unterstützung von U-Learning sollte kurz- bis mittelfristig erneut überprüft und unterstützt werden, sofern absehbar ist, dass die Durchdringung der Lebensumwelt mit vernetzten Geräten in ausreichendem Maße vollzogen und eine entsprechende Akzeptanz vorhanden ist.

### **III.5.4. Besonderheiten bei der Verknüpfung von Lernen und Arbeiten**

Einen besonderen Stellenwert bei der Betrachtung der Lernszenarien im Kontext des lebenslangen Lernens nehmen berufsbegleitende Weiterbildungsmaßnahmen ein, die als „Präsenzunterricht“ in Unternehmen stattfinden. Dabei vermischen sich „Arbeiten und Lernen“ und ermöglichen so den oben beschriebenen (besonders wichtigen) unmittelbaren Praxisbezug.<sup>168</sup>

In der bildungspolitischen Diskussion wird diese Art der Weiterbildung auch mit den englischen Begriffen **Work-Based-Learning** oder **Training-on-the-Job** beschrieben. Im Allgemeinen ist dieses Prinzip aber keine neue Erfindung, sondern schon heute Realität: „Employees when asked to nominate where they learn how to do their job overwhelmingly point to their workplaces as a major site of learning.“<sup>169</sup>

Im Vergleich zum institutionellen Lernen ergeben sich allerdings einige Unterschiede. Beispielsweise sind die Lernaufgaben weniger fixiert und entstehen erst im Aufgabenkontext, das Curriculum entsteht aufbauend auf den Arbeitsprozessen (und wird auch kontinuierlich darauf ausgerichtet), das Lernen findet größtenteils im eigenen Unternehmen statt (allerdings in Kombination mit Hochschulkursen oder Selbststudium) und Lernfortschritte, bzw. Abschlüsse, werden anhand von vorher definierten Kriterien bewertet, oftmals in Rücksprache oder überwacht von Hochschulen.<sup>170</sup>

---

<sup>168</sup> Vgl. Sutherland, Crowther 2008, S. 218ff

<sup>169</sup> Field et al. 2009, S. 175

<sup>170</sup> Vgl. Boud in Knapper, Cropley 2000, S. 100

Grundsätzlich werden als Ergebnis verschiedener Studien für diese Formen der (Weiter-) Bildungsmaßnahmen folgende Vorteile angeführt:

- “Links between theory and practice gave a greater meaning to study
- Student motivation for study was enhanced
- Students achieved a greater degree of personal independence, responsibility and maturity
- Students showed greater interpersonal skills
- Students were better able to understand the demands of the work situation
- There was greater access to higher education by a broader range of students
- There were closer contact between academics and employers, with resultant benefits for curriculum planning
- There was more efficient utilization of institutional resources in higher education
- Cooperative education provided a means for business attract and screen potential employees”<sup>171</sup>

Allerdings fällt dabei direkt auf, dass die Umsetzung von Work-Based-Learning mittels E-Learning nicht komplett möglich ist – das Lernen im Unternehmen an realen Fragestellungen ist aufgrund seiner Natur eher eine Präsenzveranstaltung. Dem E-Learning kann aber eine stark flankierende und unterstützende Position zugeordnet werden.

Soll E-Learning im Unternehmenskontext eingesetzt werden, sind entsprechende Rahmenbedingungen für die Einführung zu schaffen. Diese umfassen neben **personellen Maßnahmen** (Information, Transparenz, Partizipation der Mitarbeiter und Betreuung), insbesondere **organisatorische Maßnahmen**. D.h. im Unternehmen ist z.B. darauf zu achten, dass das E-Learning in die konkreten Arbeitsprozesse eingebunden wird, sodass Lernen kontextsensitiv und problemorientiert gestaltet und so als „relevant“ empfunden wird. Die Schaffung von Relevanz für den Arbeitsalltag und von Akzeptanz des E-Learnings ist obligatorisch für positive Effekte, bezogen auf die Motivation und die Lernerfolge lernender Mitarbeiter. Zudem sind ausreichend Freiräume für das Lernen mit E-Learning, eine gute Betreuung sowie eine einfache Bedienbarkeit des Programms sicherzustellen.<sup>172</sup>

Es liegt in der Natur der Dinge, dass derartige Angebote sehr stark von der Teilnahmebereitschaft der Mitarbeiter abhängig sind. Grundsätzlich gilt „je höher die schulische Erstausbildung, desto stärker ist die Weiterbildungsbeteiligung“<sup>173</sup> und, dass die „Weiterbildungsteil-

---

<sup>171</sup> Knapper, Cropley 2000, S. 158f

<sup>172</sup> Vgl. Bürg et al. 2004, S. 6ff

<sup>173</sup> Tippelt, Reich in Herzberg 2008, S. 33

nahme in der allgemeinen und der beruflichen Weiterbildung ab ca. dem 50. Lebensjahr deutlich nachlässt“<sup>174</sup>. Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass Weiterbildungen an einen Erwerbstätigkeitsstatus geknüpft sind, „denn Vollzeiterwerbstätige haben eine mehr als doppelt so hohe Weiterbildungsbeteiligung als Nichterwerbstätige“<sup>175</sup>. Es liegt daher nahe, zunächst die Rahmenbedingungen im Unternehmen dahingehend zu überprüfen, ob grundsätzlich eine gute Ausgangsbasis für Weiterbildungen im Allgemeinen und einer Umsetzung durch E-Learning im Speziellen besteht. Im MINT-Bereich wiederum kann (zumindest in der höheren Bildung) von einer positiven Stimmung ausgegangen werden – sowohl in Bezug auf Weiterbildungen, als auch auf E-Learning. Um verschiedene Probleme von starren und langläufigen E-Learning-Angeboten im Unternehmenskontext zu lösen und, um die Teilnahmebereitschaft und den Lernerfolg zu verbessern, ist ein Trend am Arbeitsplatz das sogenannte „Micro-Learning“, bei dem die Lerninhalte in sehr kleine Einheiten zerlegt werden und so schnelle Erfolge in sehr spezialisierten Teilbereichen erlebt werden können.<sup>176</sup>

### **III.5.5.Diskussion von Lernszenarien**

Durch den breiten Einsatz neuer Technologien und Verfahrensweisen im E-Learning – insbesondere sei hier auf die weit verbreiteten Smartphones und das somit mögliche Mobile Learning verwiesen – eröffnet sich für die Planung von Lehrveranstaltungen im Rahmen von elektronisch unterstützten Aus- und Weiterbildungen eine neue *Vielfalt von möglichen Lernszenarien*. Die vorherigen Abschnitte haben für die Aus- und Weiterleitung mittels Blended E-Learning konkrete Lernszenarien, sowohl für Präsenz-, als auch Online-Lernphasen, vorgestellt. Insgesamt konnte dabei festgestellt werden, dass durch E/M-Learning eine deutlich höhere Flexibilität für Studierende geboten werden kann, wohingegen Präsenzveranstaltungen weiterhin für die Schaffung wichtiger Praxisbezüge dienen (müssen). Idealtypischerweise sind beide Verfahren so kombiniert, dass sich trotz Präsenzterminen (z.B. für Fachgespräche, Prüfungen, Seminare, Diskussionen oder Projekte) durch elektronische Unterstützung eine möglichst flexible Gestaltung des Studiums bzw. der Weiterbildung ergibt. Allerdings erfordert der Schritt zum E-Learning große Aufwände bei der Erstellung entsprechender Lernmaterialien und fordert von den Lernern nicht nur eine entsprechende technische Ausstattung, sondern vor allem auch einen selbstmotivierten Willen, als Alleinlerner zu studieren. Nimmt man dies in Kauf, erhält man vielfältige und vorteilhafte Präsenz- und Online-Lernszenarien, die insbesondere ein Eingeständnis an die neue Lebenssituation der Lerner („Digital Natives“) sind und das mobile Lernen in jeder Situation ermöglichen.

---

<sup>174</sup> Tippelt, Reich in Herzberg 2008, S. 35

<sup>175</sup> Tippelt, Reich in Herzberg 2008, S. 36

<sup>176</sup> Vgl. MMB 2012, S. 7



Abschließend kann festgestellt werden, dass speziell in der Aus- und Weiterbildung für **MINT-Fachkräfte** Lernszenarien bevorzugt werden sollten, die einen starken praktischen Bezug aufweisen. Denn die erforderlichen Qualifikationen, die in anspruchsvollen Positionen insbesondere Transferleistungen des erworbenen Wissens verlangen, können so einfacher verinnerlicht und bereits angewendet werden. So sind vor allem Fachgespräche, Projektarbeiten, etc. zu empfehlen, aber auch mobile Lernszenarien, in denen der Umgang mit „Smart-Devices“ geübt werden kann, deren Bedeutung im späteren Berufsalltag zunehmen wird. Auch im Hinblick auf Digital Natives ist der konsequente Schritt in Richtung dieser, auf neuen Techniken basierenden, Lernszenarien richtig und wichtig. Nichts desto trotz sollte nicht versucht werden, alle Präsenzveranstaltungen durch E-Learning abzubilden, da sich so die negativen Eigenschaften reinen E-Learnings stärker bemerkbar machen und wohl wichtige Facetten einer praxisorientierten Aus- und Weiterbildung wegfallen würden.

### **III.6. Erstellung, Aufbereitung und Gestaltung der Lerninhalte für MINT**

Die erfolgreiche Durchführung von Lehre und im Speziellen die Qualität von E-Learning „steht und fällt“ mit der Güte der Lernmaterialien. Die Bereitstellung dieser umfasst, ausgehend von einem Curriculum, das feste Fächer vorschreibt (ggf. auch im Hinblick auf eine Prüfungsordnung), in erster Linie die Ausarbeitung der Inhalte in Textform, also z.B. in Skript- oder Präsentationsfolien. Es ist obligatorisch, dass diese so gegliedert und strukturiert sind, dass sich die so entstehenden einzelnen Lernobjekte auch in anderen Kontexten wiederverwenden lassen. Für die Verwendung im E-Learning müssen die Textinhalte digital zur Verfügung stehen und sollten mit zahlreichen Hyperlinks, Abbildungen und weiteren multimedialen Elementen angereichert werden. Der folgende Abschnitt zeigt, welche Entscheidungen bei der Erstellung der Inhalte im Kontext von E-Learning für den MINT-Bereich getroffen werden müssen, wie und mit welchen Techniken die Inhalte dann gestaltet werden und welche Qualifikationen dazu notwendig sind.

#### **III.6.1. Thematische Abgrenzung der Inhalte und Didaktik im MINT-Bereich**

Um „qualitativ hochwertige E-Learning-Inhalte“ erstellen zu können, muss zunächst für den konkreten Einsatzzweck festgestellt werden, was das überhaupt bedeutet. Im Rahmen des MINT-Bereichs und Lebenslangen Lernens soll von folgenden Kriterien ausgegangen werden:

- **Inhaltliche Eigenschaften:**
  - Inhalte müssen vollständig, fehlerfrei, relevant und aktuell sein, sowohl Grundlagen, Entwicklungstrends, Diskussionen und einen starken Praxisbezug auf-

weisen, jeweils bezogen auf die entsprechende MINT-Disziplin und das konkrete Fach. Eine thematische Einordnung in den Gesamtzusammenhang sollte sich aus den Unterlagen erschließen lassen.

- Zahlreicher, aber sinnvoller Einsatz von Abbildungen, multimedialen Elementen und anderen technischen Mitteln zur Aufwertung der Inhalte
  - Vielfältige interne und externe Verweise/Quellen müssen enthalten sein
  - Berücksichtigung von unterschiedlichen Veranstaltungstypen und gezielte Ausrichtung auf Präsenz- und Online-Lernphasen
  - Inhalte sollen dazu beitragen, das Verständnis, Selbständigkeit im Lernprozess, Interdisziplinarität und „Soft Skills“ zu fördern.
  - Inhalte müssen die Anforderungen der Zielgruppen berücksichtigen (vgl. III.4)
  - *Für „normales“ Studium oder Weiterbildung in Institution:* Thematisch werden die einzelnen Lernmodule und Teile der jeweiligen inhaltlichen Ausrichtung vom Curriculum vorgeben
  - *Für Weiterbildung in Kooperation mit Firmen:* Relevanz der Inhalte bezogen auf die spätere Tätigkeit bzw. „Problem-based Learning“ oder „Training-on-the-Job“ (ggf. mit Dozenten aus der Firma oder in Rücksprache mit Personalverantwortlichen oder der Personalentwicklung).
- **Technische Eigenschaften:** Digitale Lerninhalte müssen allgemeinen Standards und anderen Anforderungen des E-Learnings entsprechen (vgl. VI.1.1.2.2)

Lerninhalte für die Benutzung im E-Learning sind stets neu zu erstellen (vgl. VI.1.1.3.2)! Wie bei einem Vorlesungsskript für die Präsenzlehre muss dazu zunächst eine thematische Abgrenzung vorgenommen werden, die sich aus dem späteren Einsatzgebiet/-Zweck (Curriculum) und den damit verbundenen Zielen ergibt. Die inhaltliche Recherche und Erstellung der Texte übernehmen Professoren, Dozenten oder anderweitige „Autoritäten“ eines Fachgebiets. Im Falle einer engen Verzahnung mit Unternehmen werden notwendige firmenspezifische Details (z.B. spezifische Baupläne oder Anleitungen, Informationen für die Erstellung von Workshops, Projektaufgaben, etc.) von Ausbildern und Mitarbeitern aus dem operativen Betrieb gesammelt, in Rücksprache mit Professoren/Dozenten didaktisch aufbereitet (ggf. sind Instruktionsdesigner hinzuzuziehen) und ergänzt. Inhaltlich orientiert sich die Auswahl und Aufbereitung hinsichtlich der zu erlernenden Fähigkeiten stark im MINT-Bereich. Hier eine allgemeine Zusammenfassung, die im Rahmen einer Umsetzung, natürlich fächerabhängig, zu konkretisieren ist:

Instrumental skills	Interpersonal competences	Systemic competence
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptual comprehension</li> <li>• Capacity for analysis</li> <li>• Capacity for synthesis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Critical and self-critical abilities</li> <li>• Ability to integrate and</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ability to work autonomously</li> <li>• Adaptation to new situations</li> <li>• Creativity</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planning and time management</li> <li>• Oral communication in the native language</li> <li>• Written communication</li> <li>• Communication in a foreign language</li> <li>• Use of information technologies in studying</li> <li>• Information management</li> <li>• Ability for mathematical developments</li> <li>• Problem solving</li> <li>• Decision making</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>communicate with experts from other areas and in different contexts</li> <li>• Appreciation of diversity</li> <li>• Teamwork</li> <li>• Ethical commitment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ability for design (computer program, electronic circuits, didactic material, etc.)</li> <li>• Leadership</li> <li>• Initiative and entrepreneur spirit</li> <li>• Openness to learning all along one's life</li> <li>• Commitment with the identity, development and professional ethics</li> <li>• Concern for quality</li> </ul>
---	--	--

**Tabelle 13: Zu vermittelnde Fähigkeiten und Kompetenzen im MINT-Bereich<sup>177</sup>**

Je nach zu vermittelndem Fach ergibt sich eine gewisse Bandbreite an didaktischen Techniken, die zum Einsatz kommen können. Generell ist bei der Aufbereitung komplexer oder theoretischer Inhalte darauf zu achten, dass diese mit vielen alternativen Darstellungen und visualisierenden Elementen angereichert werden. Hierfür können z.B. mathematische Modelle in Form von Abbildungen, Animationen oder Simulationen visualisiert werden, was im Allgemeinen als deutliche Verbesserung (teilweise auch Vereinfachung) empfunden wird. Derartige Erweiterungen der Lehrmaterialien plant der Autor zunächst theoretisch, die praktische Umsetzung folgt später. Zudem sind verschiedene „Arten von Wissen“ zu berücksichtigen, die das ganzheitliche Systemverständnis als Grundlage für anspruchsvolle Tätigkeiten im MINT-Bereich fördern. Beispiele dafür sind:<sup>178</sup>

- **Orientierungswissen:** Texte und Bilder, die den Lerner bei der Einordnung der Inhalte in den thematischen Gesamtzusammenhang unterstützen
- **Erklärungswissen:** Erklären von Skizzen, Plänen und Funktionsweisen
- **Handlungswissen** (problemorientiert): Anleitungen, Regeln, Checklisten, Lernaufgaben, Testaufgaben zur konkreten Umsetzung einer Aufgabe, Multiple Choice, Lernprojekte, Fachgespräche mit Tutoren – alles was für selbständige und zielgerichtete Problemlösungen im Ingenieurbereich notwendig ist.

Im Konkreten ist für die Erstellung qualitativer Inhalte eines bestimmten Fachs im Vorfeld eine deutlich ausführlichere Prüfung der didaktischen und technischen Anforderungen und Möglichkeiten anzuraten, die hier nicht für jedes Fach einzeln gegeben werden kann. Allerdings wird sich die Auswahl der entsprechenden pädagogischen Ressourcen im MINT-Bereich bei einer Umsetzung im Allgemeinen aus folgendem Katalog bedienen (vgl. Tabelle 14).

<sup>177</sup> Vicent et al. 2007, S. 883f

<sup>178</sup> Vgl. dazu auch Ehlers et al. 2003, S 67f

<b>Content Resources</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Text</b></li> <li>• <b>Hypertext</b> (text with hyperlinks)</li> <li>• <b>Synthetic video.</b> Video-clip created by computer. For example: a representation of the propagation of electromagnetic waves.</li> <li>• <b>Video lesson.</b> Video in which the lecturer appears giving a lecture with the support of a computer board or a slide presentation. The class is expressly designed to be seen in a computer</li> <li>• <b>Recordings of a campus class.</b></li> <li>• <b>Non teaching purpose videos.</b> Any video that is not aimed to teach but can be a part of the didactic material of a program. Example: movies, interviews, etc.</li> <li>• <b>Remote laboratory.</b> Real remotely controllable laboratory, usually from a web interface</li> <li>• <b>Simulator.</b> Software representing a real phenomena or process. It is similar to a laboratory but there is no real action or process.</li> <li>• <b>Virtual library.</b> Organized and digitalized library, accessible through the network.</li> </ul>
<b>Communication tools</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Wiki.</b> Application that allow creating collectively web documents, using a simple scheme of labels and trademarks.</li> <li>• <b>Weblog or Blog.</b> Web site usually focused on a particular subject, where authors control and compile messages from other people.</li> <li>• <b>Textual forum.</b></li> <li>• <b>Graphical forum.</b> Forum with a virtual board where users can draw graphs and formulae, using graphics tablet.</li> <li>• <b>Chat.</b></li> <li>• <b>Virtual classroom.</b> Application where synchronous communication as possible by means of videoconference, and where it is possible to share a web board and a slide presentation.</li> <li>• <b>E-Mail and mailing lists.</b></li> <li>• <b>News.</b> Announcements of general interest</li> <li>• <b>Calendar.</b></li> <li>• <b>Personal folder.</b></li> <li>• <b>Working group.</b> Folder shared by all the members of a working group.</li> </ul>
<b>On campus resources</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Lectures.</b> The lecturer dictates a class, where students are watching and listeing.</li> <li>• <b>Debate.</b> Discussions among students about a specific topic.</li> <li>• <b>Interview.</b> Face to face dialogue, between a student and the teacher, on a topic of study</li> <li>• <b>Laboratory</b></li> </ul>

**Tabelle 14: Überblick über notwendige pädagogische Ressourcen<sup>179</sup>**

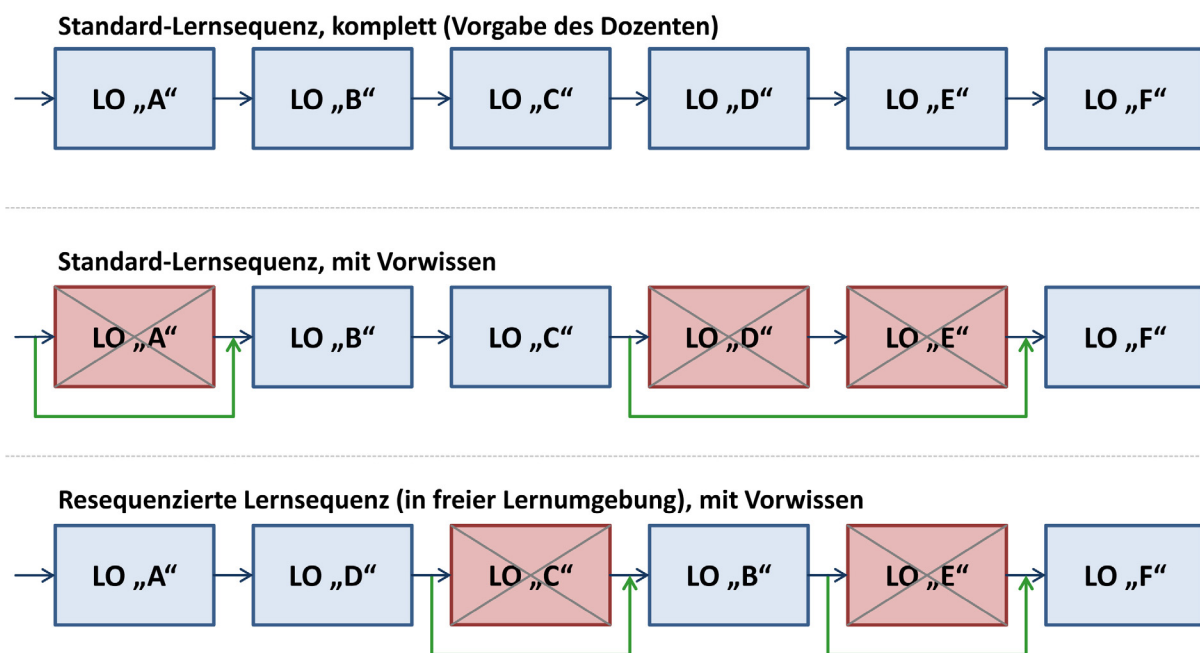
Wie diese Ressourcen im Konkreten implementiert werden müssen, um die gewünschten didaktischen Ziele zu erreichen, beschreiben die Abschnitte ab III.7.7.

### III.6.2. Lernobjekte, Lernsequenz und Lernpfade

Bevor der Autor mit dem eigentlichen Schreiben der Lerninhalte beginnt, muss eine allgemeine „Struktur“ erarbeitet werden, da sich E-Learning-Inhalte von denen für den Präsenzunterricht unterscheiden. Lerninhalte *müssen* für den Einsatz im E-Learning-Kontext in Form von Lernobjekten vorliegen, sodass eine sequentielle Aneinanderreihung dieser die gegliederten Lerninhalte für einen Kurs bilden können (vgl. VI.1.1.2.2). Insbesondere ergeben sich

<sup>179</sup> Vgl. Vicent et al. 2007, S. 884f

durch die Modularisierung der Inhalte einige Möglichkeiten, um auf die Anforderungen der einzelnen Zielgruppen einzugehen (Adaptivität). Beispiele hierfür sind die Berücksichtigung der Vorkenntnisse, offene Lernumgebungen, in der die Reihenfolge der Inhalte verändert werden kann oder durch Hinzufügen oder Weglassen einzelner Lernobjekte ganz neue Lernpfade entstehen können. Ebenso bietet sich so ein einfacherer Anknüpfungspunkt für bestimmte interaktive Elemente, die z.B. in Form von Zwischenfragen, Abschlusstests, etc. den normalen Lernfluss auflockern können. Einen Überblick über die so entstehenden Lernsequenzen zeigt Abbildung 19:



**Abbildung 19: Anordnung der Lernobjekte in einem Lernpfad bzw. einer Lernsequenz<sup>180</sup>**

Inhaltlich müssen einzelne Lernobjekte abgeschlossene Wissensinhalte darstellen, die auch einzeln ihre Aussagekraft behalten und somit in anderen Kontexten wiederverwendbar sind. Im Allgemeinen spiegelt ein Lernobjekt vom Umfang her etwa eine (Präsenz-) Unterrichtseinheit wider, sollte also in ca. 90-120 Minuten komplett „durchgearbeitet“ werden können. Ein Onlinekurs der eine Hochschulvorlesung mit zwei Semesterwochenstunden (13 Vorlesungswochen) abbilden soll, wird also etwa aus 13-15 Lernobjekten bestehen. Dabei gibt der Autor für die reguläre Durchführung des Kurses die von ihm angedachte Lernsequenz (also die Reihenfolge der Lernobjekte) vor – diese kann jedoch in offenen Lernsystemen vom Lerner verändert werden (siehe oben).

Bei der Zusammenstellung ist innerhalb des Lernobjekts auf einen logischen Aufbau, sinnhafte Zusammenhänge und das Vorhandensein eines „roten Fadens“ zu achten. Auf diese Weise

<sup>180</sup> Eigene Darstellung, vgl. Niegemann et al. 2004

soll eine Unterrichtssequenz entstehen, die pro Lernobjekt folgende Eigenschaften und Aufgaben aufweist:

1. „Aufmerksamkeit erlangen und aufrecht erhalten
2. Lernende über die Lernziele informieren
3. Die Erinnerung an frühere Lernerfahrungen wachrufen
4. Das Lernmaterial präsentieren
5. Die Lernenden unterstützen
6. Die Lernenden das Gelernte anwenden lassen
7. Informatives Feedback anbieten
8. Den Lernfortschritt evaluieren
9. [Erlern] behalten und Transfer unterstützen“<sup>181</sup>

Aus dieser Sequenz kann ein Template (z.B. als MS-Word-Vorlage) für Lernobjekte erstellt werden, das die Autoren mit den Lerninhalten „befüllen“ (Rohfassung). Sobald die Inhalte thematisch abgegrenzt sind und dann irgendwann alle Lernobjekte des Kurses in einer kompletten Rohfassung (digital) vorliegen, können diese für den Einsatz im E-Learning weiter aufbereitet, insbesondere also für die visuelle Präsentation vorbereitet und um multimediale Inhalte ergänzt werden. Diesen Schritt beschreibt der folgende Abschnitt.

### **III.6.3. Instruktionsdesign - Visuelle Präsentation der Lerninhalte**

Im Rahmen des E-Learnings hat sich für die Produktion multimedialer E-Learning-Inhalte der Begriff *Instruktionsdesign* etabliert. Dieser setzt sich aus den zwei Wortteilen „Instruktion“, was „jedes systematische Arrangement von Umgebungsbedingungen, das geeignet ist, Kompetenzen zu fördern“<sup>182</sup> bezeichnet, und „Design“, also Gestaltung, zusammen. Allgemein meint Instruktionsdesign also „das systematische Vorgehen bei der Entwicklung, dem Einsatz und der Evaluation von (computerunterstützten) Lernangeboten, das sich auf Erkenntnisse aus der Didaktik und Lern- sowie Kognitionspsychologie stützt.“<sup>183</sup> Der Instruktionsdesigner hilft den Autoren/Dozenten als Berater also bei der Planung und Erstellung der Lerninhalte, indem inhaltliche, didaktische und psychologische Anforderungen mit den technischen Möglichkeiten der multimedialen Darstellung in Einklang gebracht werden. Dabei berücksichtigt er insbesondere auch *Interaktion*, *Adaption* und *Feedback* (vgl. VI.1.1.1.5), hilft bei der strukturellen Planung und Gliederung der Inhalte (Durchschaubarkeit und „roter Faden“) sowie der

---

<sup>181</sup> Schulmeister, R. 2006, S. 289

<sup>182</sup> Niegemann et al. 2004, S. 19

<sup>183</sup> <http://www.e-teaching.org/glossar/instruktionsdesign>, abgerufen am 20.11.2012

Sicherstellung einer ansprechenden Darstellung unter Berücksichtigung von Aspekten der Usability. Typische Aufgaben sind dabei z.B. das visuelle Design (Darstellung von Seiten), Planung und Entwicklung von multimedialen Elementen (Animationen, Video, Audio, etc., die Umsetzung erfolgt durch Grafiker), Gestaltung der Kursunterlagen (Gliederung, Inhalte und Interaktion mit dem Lerner), Instruktionsdesign an sich sowie die Integration von innovativen Techniken und das Projektmanagement. Bei der Kurserstellung berücksichtigt das Instruktionsdesign insbesondere didaktische und psychologische Theorien (vgl. VI.1.1.1.4), die bei der Auswahl der richtigen Lernmodelle helfen, wie z.B.:<sup>184</sup>

- **Modelle des Instruktionsdesigns:** Programmierte Unterweisung, Instruktionstheorie, Expositorisches Lehren, Elaborationstheorie, Component Display-Theorie
- **Modelle des Kontextdesigns:** Entdeckendes Lernen, Cognitive Apprenticeship, Anchored Instruction, Lernen in Lernzyklen, Goal-based Scenarios

Natürlich gilt auch hier die Grundregel der Diversität der Lerner: Die „richtige Methode“ des Instruktionsdesigns, das für alle Menschen gleich „gut funktionierende“ Lernmaterialien erstellen kann, gibt es nicht. Auch hier muss also hinsichtlich unterschiedlicher Personengruppen und Zielsetzungen abgewogen werden. Allerdings gibt es in diesem Bereich bereits zahlreiche explizite und wiederholbare empirische Befunde, die bei einer Planung der Lerninhalte, sozusagen als „Best-Practice“, herangezogen werden sollten:

- „Beim Begriffslernen beeinflussen die Anzahl, Art und Zusammenstellung von Positiv- und Negativbeispielen des zu lernenden Begriffs die Qualität des Lernergebnisses, und es existiert eine optimale Strategie für die Präsentation von Beispielen
- Die gleichzeitige Präsentation von gesprochenem und geschriebenem Text zur Erläuterung eines Sachverhalts, der durch eine Animation veranschaulicht wird, hat im Durchschnitt schlechtere Lern-Ergebnisse zur Folge als lediglich gesprochener Text
- Das Zugrundelegen einer individuellen Bezugsnormorientierung bei Rückmeldungen steigert im Mittel deutlich die Lernmotivation von Schülern im Vergleich zur üblichen sozialen Bezugsnormorientierung
- Bilder, Animationen oder Geschichten, die nichts zur Erklärung der intendierten Sachverhalte beitragen, sondern lediglich „irgendwie motivieren“ sollen, behindern eher das Behalten und Verstehen des Lehrstoffs, als es zu fördern
- Die Platzierung erklärender Texte innerhalb des Abbildes eines technischen oder biologischen Gegenstandes führt im Durchschnitt zu deutlich besseren Lernerfolgen als die Platzierung außerhalb der Grafik (daneben, darunter, auf der vorgehenden oder der

---

<sup>184</sup> Schulmeister 2006, S. 292

folgenden Seite), auch wenn letztere Variante meist als ästhetisch besser gilt und daher intuitiv vorgezogen wird“<sup>185</sup>

Es gibt verschiedene Modelle, wie das Instruktionsdesign ablaufen könnte. Die folgende Liste zeigt einige Beispiele für Instruktionsdesignansätze:<sup>186</sup>

- **Instructional-Transaction-Theorie (ITT):** Beschränkt sich auf kognitive Lernziele, ermöglicht aber Justierungen hinsichtlich der Lernzielkategorien. Geeignet für Bedienung, Wartung, Reparatur oder Klassifizierung von Maschinen<sup>187</sup>
- **Anchored Instruction/Projektmethode**<sup>188</sup>: „Modell, das auf die Verbesserung der Anwendung von Wissen zielt und zugleich projektorientierte Aufgaben zulässt. Kern ist ein narrativer Anker. Interdisziplinäre Fragestellungen werden unter Verwendung audiovisueller Medien bearbeitet.“<sup>189</sup>
- **Vier-Komponenten Instruktionsdesign-Modell (4C/ID):** Modell, das „speziell für das Training komplexer kognitiver Fähigkeiten, z.B. In technischen Fachbereichen und im Management“<sup>190</sup>, konzipiert wurde.

Das ADDIE-Modell – Analyse, Design (Konzeption), Development (Entwicklung i.e.S.) Implementierung, Evaluation – hilft in der Praxis bei den ersten Schritten der Auswahl des „richtigen“ Instruktionsdesignansatzes. In der Realität entscheiden sich IT-affine Arbeitsbereiche bei der Umsetzung ihrer E-Learning-Angebote allerdings oft gegen die Mithilfe von Instruktionsdesignern, da sie davon überzeugt sind, alle notwendigen Qualifikationen zur Erstellung selbst zu besitzen (Didaktik, Multimedia, etc.). Im Einzelfall mag dies zutreffend sein, allerdings werden professionelle Instruktionsdesigner schon aufgrund ihrer langjährigen Erfahrung im Schnitt ausgewogenere Ergebnisse erzielen, als „übermotivierte“ Fachbereichsmitarbeiter, deren Ideen und Vorschläge nicht auf Erfahrungswerten basieren. Die Einbeziehung von Instruktionsdesignern ist im Allgemeinen also zu empfehlen.

Im Rahmen dieser Ausarbeitung, die gezielt die technische Umsetzung der Software zur Bereitstellung der Lerninhalte – aber eben nicht deren explizite Erstellung – beschreibt, wurden Konzepte des Instruktionsdesigns weitestgehend ausgeklammert. Ausnahmen bilden hierbei diejenigen Richtlinien, die für die Darstellung der Inhalte, spezieller multimedialer Inhalte für den MINT-Bereich (insbesondere Videos, Animationen und Simulationen), Berücksichtigung von Interaktivität, Adaptivität, Feedback und Usability des Angebots notwendig sind.

<sup>185</sup> Niegemann et al. 2004, S. 20

<sup>186</sup> <http://www.e-teaching.org/didaktik/theorie/instruktionsdesign/instruktionsdesign.pdf>, abgerufen am 20.11.2012

<sup>187</sup> [http://www.e-teaching.org/glossar/instructional\\_transaction\\_theorie](http://www.e-teaching.org/glossar/instructional_transaction_theorie), abgerufen am 19.11.2012

<sup>188</sup> Vgl. <http://psycnet.apa.org/psycinfo/1990-99016-005>, abgerufen am 19.11.2012

<sup>189</sup> [http://www.e-teaching.org/glossar/anchored\\_instruction](http://www.e-teaching.org/glossar/anchored_instruction), abgerufen am 19.11.2012

<sup>190</sup> Niegemann et al. 2004, S. 39



### III.6.4. Medieneinsatz in Lernmaterialien für E-Learning

Speziell zur Unterstützung von Alleinlernern und im Kontext des MINT-Bereichs ist ein durchdachter Medieneinsatz sinnvoll, also die Verwendung von (multi-) medialen Elementen wie Abbildungen, Video- oder Audiodateien, Animation, Simulationen, etc. Dazu zeigt Tabelle 15 zunächst, welche konkreten Möglichkeiten und didaktischen Potentiale sich durch den Einsatz neuer Medien im Rahmen des E-Learnings für die Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich ergeben:

Neue Medien ermöglichen u.a. diese didaktischen Möglichkeiten	Dadurch entstehende didaktische Potentiale
Hypermediale Darstellung von Lehr-Inhalten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Höhere Anschaulichkeit, Motivation, Behaltenseffekte durch Integration verschiedener Symbolsysteme</li> <li>• Verschiedene Formen der Wissensaneignung</li> <li>• Aufbau mentaler Modelle</li> <li>• Mehr Verstehen und flexibler Wissenserwerb</li> </ul>
Selbstgesteuertes Lernen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ort- und zeitunabhängiger Zugriff auf Inhalte, Kurse, CBTs, etc.</li> <li>• Neue Möglichkeit der Verteilung von Lehrprozessen (face-to-face/online/offline)</li> <li>• Voraussetzungen für informelles und lebensbegleitendes Lernen</li> </ul>
Kooperatives Lernen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Kommunikations- und Kooperationsformen; neue Formen sozialen Lernens</li> <li>• Hohe Effektivität bei guter Selbstorganisation oder unter Anleitung/Moderation</li> <li>• Großer Spielraum für didaktische Kreativität</li> </ul>

**Tabelle 15: Didaktisches Potential der neuen Medien<sup>191</sup>**

Es ist offensichtlich, dass sich – neben allgemeinen Vorteilen der webbasierten und digitalen Verfügbarkeit der Inhalte – für die Lehre im MINT-Bereich vor allem Vorteile durch die hypermediale Darstellung ergeben, welche die Anschaulichkeit theoretischer und komplexer Zusammenhänge deutlich erhöht. Allerdings muss der Medieneinsatz im Vorfeld gründlich geplant werden, da sich die Anforderungen im Rahmen der Lehre beim Blended Learning durchaus unterscheiden (z.B. Präsenz- vs. Online-Lehre). Wo und wie sollen die Medien also eingesetzt werden? Sollen sie...<sup>192</sup>

- **Präsenzveranstaltung ergänzen:** Derzeitiger Standard an vielen Hochschulen und Universitäten
  - Zur Integration in Präsenzveranstaltungen (mit Erklärung des Dozenten)
  - Zur Vor- oder Nachbereitung der Präsenzphasen oder als weitere Quelle
- **Präsenzveranstaltung komplett ersetzen:** Dies wird bei der Aus- und Weiterbildung mit (Blended) E-Learning der Fall sein, bei dem Onlinekurse das ausschließliche Angebot sind. Besonderheit hier: Sämtliche Medien müssen für Alleinlerner selbsterklärend sein, da der Dozent in der Regel nicht für direkte Fragen zur Verfügung steht.

<sup>191</sup> Reinmann-Rothmeier 2003, S. 14

<sup>192</sup> Vgl. Schulmeister, R. 2006, S. 199f

Ein weiterer Faktor beim Medieneinsatz ist zudem, dass „mehr“ nicht immer besser bedeuten muss. Der gezielte Einsatz an sinnvoller Stelle ist im Allgemeinen höher zu bewerten, als die generelle Anreicherung der Lerninhalte mit Medien. In der Realität zeigt sich zudem, dass die Entscheidung über (verstärkten) Medieneinsatz in den Lerninhalten oder der Lehre überwiegend auch aufgrund finanzieller Erwägungen getroffen werden muss. Denn die Erstellung von speziellen, also für den konkreten Zweck konzipierten, Medienelementen kann kostspielig sein – nicht immer lassen sich „offene Quellen aus dem Internet“ verwenden. Ein Beispiel hierfür kann etwa die Entwicklung eigener Lehrvideos, Animationen oder visualisierte Simulationen selbst entwickelter mathematischer Modelle sein. Dennoch muss auch hier die Vielfalt verschiedener Medientypen berücksichtigt werden. Beispielsweise können Texte, Abbildungen oder allgemeinere Animationen deutlich kostengünstiger entwickelt oder beschafft werden, als spezielle. Einen Überblick über die Gestaltung verschiedener Medientypen bieten die folgenden Abschnitte.

#### **III.6.4.1. Gestaltung von Texten und Abbildungen**

Neben einer durchdachten Gliederung und der Einteilung in Lernobjekte, können für digital publizierte Texte noch weitere Richtlinien angegeben werden. Zunächst sollten gegliederte, digitale Dokumente mit einem Inhaltsverzeichnis versehen werden, das die Kapitelüberschriften als Sprungmarken ausweist, sodass bei einem Klick darauf direkt zum entsprechenden Abschnitt gesprungen wird. Diese Sprungmarken werden im Internet allgemein als **Hyperlinks** (oder einfach **Links**) bezeichnet, bieten das beschriebene „Springen“ oder Setzen von verfolgbaren Verweisen und machen Texte zu sogenannten *Hypertexten*. Jede heutige Webseite nutzt dieses Prinzip, es bildet die Grundlage für das Word Wide Web. Da die Darstellung der E-Learning-Inhalte im Webbrowser erfolgt, gelten für E-Learning-Dokumente also alle technischen Möglichkeiten – aber auch Restriktionen – moderner Webseiten.

Im Fall der Entwicklung von Lernmaterialien kommen empirische Studien zu dem Schluss, dass *Hyperlinks* Verwendung finden sollen – allerdings sind „die richtige“ Art oder Anzahl nach wie vor diskussionsbehaftet („viel hilft viel“ vs. „weniger ist mehr“)<sup>193</sup>. Einerseits werden sie genutzt, um intern zu verlinken (also innerhalb eines Lernobjekts oder um Bezüge zwischen diesen zu schaffen) und andererseits, um auf externe (weiterführende) Quellen zu verweisen. Dabei ist zu bedenken, dass man Lerner durch zu zahlreiche Verlinkung auch verwirren kann, da der jeweils zuvor sichtbare Kontext verschwindet und man sich in einem neuen zurechtfinden muss. Insgesamt sind Links eher sparsam zu verwenden und es sollten konkrete Hinweise darüber geliefert werden, wie die Verlinkung geöffnet wird (z.B. neues Fens-

---

<sup>193</sup> Vgl. Rey 2009, S. 87

ter) oder „wo man landet“.<sup>194</sup> Generell kann hier empfohlen werden, stets einen weiteren Hinweis anzuzeigen, wo im Dokument man sich gerade befindet. Auf Webseiten geschieht dies z.B. durch Einblenden des Inhaltverzeichnis mit Markierung der aktuellen Seite oder durch eine „Breadcrumb“-Navigation.<sup>195</sup>

Weiterhin ist es empfehlenswert, die Erzählform der Texte zu variieren und durch „*anregende Zusätze*“ zu erweitern. Auf diese Weise kann eine motivationsfördernde Wirkung oder ein besseres Verständnis unterstützt werden. Beispielsweise können das interessante Exkurse, persönliche Geschichten oder direkte Ansprachen sein.<sup>196</sup> Allerdings ist auch hier mit Augenmaß vorzugehen: Zu viele Ausschweifungen und Ablenkungen (sog. „*seductive detail*“-Effekt<sup>197</sup>) können kontraproduktiv wirken. Dies ist insbesondere im MINT-Bereich zu beachten, wenn durch alternative Darstellungen versucht wird, das Verständnis zu fördern. Zu viele Überschneidungen oder Redundanzen bei Texten und Bildern, etc. führen nämlich eher dazu, dass eine Lernbeeinträchtigung eintritt.<sup>198</sup> Zur Abschwächung dieser Problematik ist eine größere Transparenz vonnöten: Beim Einbinden von alternativen Darstellungen sind also nicht gleichzeitig mehrere Versionen parallel anzuzeigen, sondern deutlich zu markieren, dass es sich noch einmal um eine Beschreibung desselben Zusammenhangs handelt.

Bei der Darstellung von Texten sind gängige Formatierungsrichtlinien (die auch Anleihen aus dem Bereich der Usability aufweisen) zu berücksichtigen. Eine Übersicht zeigt die folgende Aufstellung der **typographischen Aspekte für Fließtexte**:

- *„Wahl der Druckschrift*: Bei kleinen Schriften sind Serifen nicht ratsam und Schriften ohne Serifen vorzuziehen.
- *Schriftgrad* (Schriftgröße): Eine Schriftgröße zwischen 12 und 14pt für normale Schrift ist auf den meisten Bildschirmen gut lesbar
- *Schriftstärke*: Schmallaufende Schriften sind zu bevorzugen, da sie schneller gelesen werden können
- *Schriftlage bzw. -Stil* (kursiv, normal): Kursive Schriften sind auch auf dem Bildschirm schwerer zu lesen als normale, ähnlich wie bei Printmaterial
- *Auszeichnungen* (fett, petit): Fett gedruckte Wörter, sind geeigneter als unterstrichene, da diese mit Links verwechselt werden könnten. Es sollten aber nicht zu viele Wörter oder lange Satzteile fett markiert werden, damit die aufmerksamkeitssteuernde Wirkung nicht verloren geht.

---

<sup>194</sup> Vgl. Rey 2009, S. 87f

<sup>195</sup> <http://www.smashingmagazine.com/2009/03/17/breadcrumbs-in-web-design-examples-and-best-practices/>, abgerufen am 25.04.2013

<sup>196</sup> Vgl. Rey 2009, S. 88

<sup>197</sup> Vgl. Rey 2009, S. 89

<sup>198</sup> Vgl. Rey 2009, S. 87f

- *Schriftmischung* (unterschiedliche Schriften im gleichen Text): Insbesondere sollten nicht zu viele verschiedene Schriften miteinander gemixt werden (maximal zwei).
- *Buchstaben und Wortabstände*: Ein Text wird dann schwer lesbar, wenn die einzelnen Buchstaben entweder zu nah aneinander gereiht sind, sodass die einzelnen Buchstaben ineinander laufen, oder zu weit auseinander stehen. Im letzteren Fall müssen die Augen häufiger das Wort fixieren, um alle Buchstaben oder zumindest so viele Buchstaben zu erkennen, dass der entsprechende Begriff aktiviert werden kann.
- *Zeilenabstand*: Eine Zeile muss mühelos ohne ablenkende Seitensprünge zu durchmustern sein.
- *Zeilenlänge*: Acht bis zehn Wörter, das entspricht etwa 60 bis 80 Buchstaben, sind am Bildschirm gut zu lesen. Eine Bildschirmzeile kann also länger als eine Zeile auf dem Papier sein.
- *Kontrast* (Papierfarbe, Buchstabenfarbe): Farben können zur Hervorhebung oder Gruppierung von Zusammengehörigem verwendet werden. Häufig wird auch ein farblicher Hintergrund gewählt.
- *Seitenaufteilung*: Wie viel Text präsentiert werden sollte, kann bisher noch nicht gesagt werden, da es keine einheitlichen Richtlinien gibt. Jedoch wirkt ein mit Text überladener Monitor noch unerfreulicher als eine vollgestopfte Papierseite.<sup>199</sup>

Im MINT-Kontext stellt zudem die Darstellung von (griechischen) Symbolen, Formeln oder anderen mathematischen Zeichen eine weitere Herausforderung dar. Generell gelten auch hierfür die oben angegebenen Hinweise, allerdings sollte hier im Einzelfall noch einmal die gute Lesbarkeit überprüft werden. Ggf. sind insgesamt Webseitentools zur Individualisierung zu berücksichtigen, die dem Benutzer/Lerner adaptive Manipulationsmöglichkeiten für die Darstellung anbieten (z.B. Schriftarten anpassen, Größe ändern, Kontrast ändern, etc.).

Um spezielle Sachverhalte gezielt hervorzuheben, bieten sich im Web wiederum verschiedene **Orientierungsmarken und Hervorhebungen** an:

- *„Spitzmarken*: Typographische ausgezeichnete Wörter, die am Anfang des Absatzes platziert werden.
- *Kasten*: Umrahmung eines Textteils. Wichtig: Es muss ein deutlicher Abstand zwischen Kasten und Text existieren.
- *Unterlegung eines Textteils mit Farbe*: Sparsam verwenden und auf die Leserlichkeit achten, bestimmte Kontraste sind zu vermeiden, z.B. grün-rot, blau-schwarz
- *Auszeichnungsschrift*: Markierung von wichtigen Wörtern in einer anderen Schriftart

---

<sup>199</sup> Ballstaedt in Niegemann et al. 2004, S. 175f

oder Schriftfamilie. Es sollte keine schwer lesbare Schrift verwendet werden, und am Bildschirm eignen sich besser fette als kursive Schrift.

- *Farbige Schrift*: Sehr wirksames Mittel zur Steuerung der Aufmerksamkeit. Achtung: Nicht zu viele Farben bunt durcheinander verwenden, zudem haben einige Farben bestimmte Wirkungen, z.B. hebt Rot etwas besonders hervor, da es sich um eine Signalfarbe handelt.
- *Spiegelstriche* oder *Nummerierungen*: Eignen sich für Aufzählungen und für die Aneinanderreihung kurzer Textteile
- *Piktogramme*: Dazu gehören Pfeile, Ausrufezeichen oder Balken auf dem Rand<sup>200</sup>

Speziell die theoretischen Inhalte im MINT-Bereich können durch Abbildungen stark aufgewertet werden. Zunächst soll dafür ein Überblick gegeben werden, welche Arten von Bildern (=Abbildungen) im Rahmen der Skripte und Lernmaterialien zum Einsatz kommen können:<sup>201</sup>

- **Abbilder:**
  - *Realistische Abbilder*: Zeigen Ausschnitt aus der Realität (z.B. Photo aus Sicht des Autors, der nur den gewünschten Ausschnitt zeigt)
  - *Texturierte Abbilder*: Auf Flächen, Formen und Strukturen reduzierter Ausschnitt aus der Realität (schwarz/weiß)
  - *Linienabbilder*: Anhand von Linien, Ecken und Kanten werden Objekte/Personen erstellt (z.B. Strichmännchen)
  - *Schematische Abbilder*: Reduzieren Komplexität, betonen Strukturen von Objekten (z.B. ein elektronischer Schaltplan)
- **Logische Bilder:**
  - *Charts*: „repräsentieren qualitative Zusammenhänge zwischen Begriffen, Kategorien und Aussagen“, wie z.B. eine Mindmap
  - *Tabellen*: „stellen quantitative Daten in einer Matrix aus Zeilen und Spalten dar. Sie sind sinnvoll, wenn exakte Zahlen wiedergegeben werden sollen“
  - *Diagramme*: „präsentieren verdichtet und anschaulich nicht sichtbare quantitative Zusammenhänge durch Balken, Linien, Punkte oder Flächen Kreis-, Punkt, Linien und Säulendiagramme sind hierfür Beispiele“

Im MINT-Kontext sind vor allem logische Bilder anzunehmen, die mathematische oder abstrakte Modelle visualisieren können. Bei der Aufbereitung und Platzierung der Bilder im Text ist wiederum darauf zu achten, dass Redundanzen vermieden und wichtige Zusammenhänge durch (farbige) Hervorhebungen/Pfeile verstärkt werden. Ebenso kann die logische

---

<sup>200</sup> Niegemann et al. 2004, S. 173f

<sup>201</sup> Übersicht zusammengefasst aus Niegemann et al. 2004, S. 179ff

Reihenfolge (zuerst beschreibender Text oder Abbildung?) den Lernerfolg beeinflussen. Trotz zahlreichen empirischen Ergebnissen in diesem Bereich bestehen bislang noch keine allgemeingültigen Empfehlungen, die Entscheidung orientiert sich also ausschließlich an den Vorlieben von Dozenten/Autoren.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Texte und Bilder immer aufeinander bezogen sein müssen, um die Lernwirksamkeit wirklich positiv zu beeinflussen – zusammenhangslose Abbildungen wirken eher kontraproduktiv. Auch sollte die Präsentation der Lerninhalte nicht überladen wirken. Um dies entsprechend zu gestalten, kann auf Modelle zurückgegriffen werden, wie z.B. das *SOI-Modell* (Selection-Organization-Integration)<sup>202</sup>, die Autoren bei den Instruktionsdesign-Entscheidungen bzgl. des Zusammenspiels bei der Darstellung von Text- und Bildinhalten unterstützen.<sup>203</sup>

### III.6.4.2. Gestaltung von multimedialen Inhalten

„Multimedia“ ist eines der am häufigsten mit Computern und auch E-Learning verbundenen Schlagwörter und wird als einer der größten Vorteile gehandelt. Zweifelsohne bieten sich vielfältige Möglichkeiten für den Einsatz von multimedialen Elementen in der Aus- und Weiterbildung, die vor allem für Alleinlerner einen großen Mehrwert bedeuten. Im Allgemeinen verbergen sich hinter „Multimedia“ vor allem *bewegte Bilder* oder *Videos* und *Audiodokumente*, bzw. eine Kombination davon.

**Audiodokumente** können im E-Learning in unterschiedlichen Formen auftreten und Funktionen erfüllen, wie z.B.:

- **Funktionen von Musik:**<sup>204</sup>
  - *Allgemein:* Musik als Merkmal der Raumakustik, als Element des didaktischen Gesamtdesigns oder als Funktion der Benutzungsschnittstelle, etc.
  - *Lernprozessbezogen:* Mit Hilfe von Musik wird eine Aufmerksamkeitssteigerung (-gewinnung, -lenkung), Aktivierung von Vorwissen, Darstellung und Strukturierung und Rückmeldung erreicht. Zudem ist sie ein gutes Mittel zur Veranschaulichung: Musik aus bestimmten Ländern, Sprachen, historische Tondokumente, spezielle Töne/Klänge, etc.
- **Funktionen von gesprochener Sprache:** „
  - *Übermittlung konkreter Informationen:* z.B. Erläuterung eines Bildes

---

<sup>202</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Kognitive\\_Theorie\\_des\\_multimedialen\\_Lernens](http://de.wikipedia.org/wiki/Kognitive_Theorie_des_multimedialen_Lernens), abgerufen am 12.12.2012

<sup>203</sup> Vgl. Niegemann et al. 2004, S. 187ff

<sup>204</sup> Niegemann et al. 2004, S. 126

- *Ersetzen eines Textes*: Bei beschränktem Platzangebot oder zur Berücksichtigung der Barrierefreiheit des Angebots (z.B. für sehbehinderte Menschen)
- *Lenken der Aufmerksamkeit*: Beschreiben eines Bildes, das im Mittelpunkt der Lerninhalte steht.<sup>205</sup>

Technisch betrachtet sind Audiodokumente recht einfach in E-Learning-Materialien einbindbar, da es hier mit „mp3“ oder „wave“ (als nicht-komprimiertes Format im Web aber nicht zu empfehlen) zwei langjährige Dateistandards gibt, die in der Regel von allen Webbrowsern auch ohne Plugin verarbeitet werden können. Aus didaktischer Sicht ist allerdings ein Abspielgerät vorzusehen („Player“), das eine rudimentäre Steuerung zulässt – vor allem: Start, Stop, Wiederholung, Lautstärke.

Bei der Publikation von Audiodokumenten gibt es – vor allem im Kontext der Verwendung von Musik (deren Urheber man nicht selbst ist) – rechtliche Aspekte zu beachten. Hier sollte in unklaren Fällen juristischer Rat eingeholt werden, da die Nichtbeachtung des Urheberrechts bei musikalischen Stücken im Internet seit Jahren mit hohen Abmahnungskosten oder anderen Strafen geahndet wird!

Zwar bieten Audiodokumente schon viele Vorzüge, entfalten aber erst in Kombination mit dem zweiten wichtigen Typus multimedialer Inhalte ihr wahres Potential: **bewegte Bilder** oder **Videos mit Ton**. Im Vergleich zu überwiegend textbasierten Lerninhalten bieten diese durch ihre multimediale Informationspräsentation folgende Vorteile:<sup>206</sup>

- **Deutlich höhere Informationsdichte**: Details, Perspektiven, etc.
- **Zeitbezug**: Vorgänge in Echtzeit, Zeitlupe, Zeitraffer
- **Realitätsnähe**: Es wird nahezu „die Realität“ abgebildet
- **Veranschaulichung raumzeitlicher Abläufe, dreidimensionaler Verhältnisse** oder **komplexer Bewegungs- und Interaktionsverläufe**: Reale Videoaufzeichnungen sorgen für einen besseren und realeren Eindruck als Animationen, z.B. bei Herstellungs- oder Produktionsabläufen, Touren durch Städte, Gebäude, Landschaften, etc.
- **Verbesserte Behaltens- und Verstehensleistungen**: Alternative Darstellungen der gleichen Inhalte (Text und Video) helfen beim Verstehen. Durch kognitive Summation merkt sich der Lerner unterschiedliche Repräsentationen des Inhalts.
- **Große Anschaulichkeit und Authentizität**: Gefilmte Realität ergänzt textbasierte Inhalte, kann zu einem verbesserten Wissenserwerb führen

---

<sup>205</sup> Niegemann et al. 2004, S. 126

<sup>206</sup> Vgl. Niegemann et al. 2004, S. 148f

- **Hinwendungs- und Orientierungsreaktionen:** Abrupte Szenenwechsel oder Schnitte bewirken Steigerung der Aufmerksamkeit
- **Interaktionsmöglichkeiten:** Nutzer kann durch direkte Ansprache mit einbezogen werden
- **Emotionalität:** Filme erzeugen Emotionen, wirkt ähnlich wie Musik

Aus didaktischer Sicht gilt auch hier, dass innerhalb der Lernmaterialien ein Player existieren muss, mit dem eine rudimentäre Steuerung der Videodokumente möglich ist. Technische Details sind – da es hier im Vergleich zu Audiodokumenten etwas komplizierter ist – im Abschnitt III.7.7.3 angeführt.

Die Vorteile multimedialer Inhalte sind unbestritten – allerdings ist die Erstellung oder Produktion eben dieser äußerst aufwendig und daher in der Regel teuer. Zwar sind in vielen Bildungsinstitutionen mittlerweile „Multimediorvorlesungssäle“ oder „Videotechnikräume“ vorhanden, in denen die Erstellung derartiger Dokumente möglich ist. Aber trotzdem ergeben sich auch nach einer Aufzeichnung z.B. eines Videos oder Tondokuments noch diverse Nachbearbeitungen, die aufwendig sein können und fachliche Kompetenz in der Produktion multimedialer Inhalte erfordern. Wie bereits oben erwähnt, hilft bei der Erstellung dieser Inhalte der Instruktionsdesigner mit seinem Team aus Produzenten für Multimediadokumente. In der Regel wird dafür gemeinsam mit den Dozenten, bzw. Autoren, ein sogenanntes **Storyboard** erstellt, um die Gesamtstruktur eines multimedialen Lerninhalts (oder konkreten Video-/Audiodokuments) zu planen und alle zugehörigen Elemente in einen Gesamtzusammenhang zu bringen. Dies geschieht vor dem Beginn der Produktion in Form von Ablauf- oder Flussdiagrammen, Screen-Layouts, Texten, Bildern, Positionen, Audiokommentaren, etc. Das Storyboard dient dem Medienproduzenten als eine Art Anleitung („Drehbuch mit Anlagen“).

### III.6.4.3. Gestaltung von Animationen und Simulationen

Eine besondere Form multimedialer Inhalte sind Animationen und Simulationen. Unter **Animationen** werden bewegte Bilder zur Erklärung komplexer Zusammenhänge verstanden, die in der Regel mit gesprochenen Beschreibungen beim Verstehen der (in der Animation dargestellten) Inhalte helfen. „Bei der Gestaltung von Animationen sollte die zugehörige gesprochene Erklärung zeitgleich zur Animation dargeboten werden. Außerdem ist es von Vorteil, die Animation in lerngerechte Abschnitte zu unterteilen und die Teilsegmente nacheinander zu präsentieren.“<sup>207</sup> Animationen sind eine spezielle Form der im letzten Abschnitt vorgestellten Videos mit Ton. Während Videos oftmals (reale) photorealistische Filmsequenzen zeigen,

---

<sup>207</sup> Rey 2009, S. 103



sind die meisten Animationen graphisch animiert und im Vergleich zur realen Darstellung stark vereinfacht, um sich speziell auf den zu vermittelnden konkreten Kontext konzentrieren zu können. In E-Learning-Dokumenten erfüllen sie folgende Funktionen: Dekoration, Aufmerksamkeitslenkung, Motivation, Präsentation, Verdeutlichung oder Übung. Als primäres didaktisches Ziel im MINT-Bereich kann die Visualisierung von mathematischen Modellen oder anderen komplexen Zusammenhängen (z.B. chemische, biologische oder physikalische Prozesse) gelten.

Allerdings ist der Einsatz von Animationen nur dann empfehlenswert, wenn Lerninhalte auch sinnvoll damit abgebildet werden können. Dies ist der Fall, wenn gilt...

- „der Lerngegenstand enthält Bewegungsabläufe
- Die Vermittlung des Stoffes erfordert Veranschaulichung, besonders bei räumlich-orientierten Informationen
- Die Aufmerksamkeit und Motivation der Lerner soll erreicht werden
- Eine Präsentation durch Video würde die Lerner mit zu vielen Details überlasten
- Nicht sichtbare Elemente sollen visualisiert werden.“<sup>208</sup>

Inhaltlich betrachtet sollten Animationen also einfach gehalten werden und Zeit zur Reflexion bieten, um den Lernprozess sinnvoll zu unterstützen. Bei der Erstellung sind die oben angegebenen Restriktionen von Videos zu beachten. Wie bei allen multimedialen Lerninhalten gilt auch hier, sie sparsam zu verwenden und auch nur dort, wo es auch zur Visualisierung notwendig ist. Bei bewegten Bildern gilt umso mehr, dass sie schnell als Ablenkung wahrgenommen werden: So ist ein bekanntes Problem von Videos und Animationen, dass der Lerner bei zu vielfältigem Einsatz schnell in eine passive Rolle übergeht, „Lerninhalte konsumiert“ und nicht mehr aktiv und selbständig lernt, da die Konzentration nicht mehr auf die eigentlichen Lernaufgabe gebündelt wird.<sup>209</sup>

Dieses Problem kann durch **Simulationen** umgangen werden. Diese „stellen Computerprogramme dar, in denen der Lernende in kontrollierten Umgebungen virtuell Experimente durchführen kann, um das zugrundeliegende mathematische Modell der Simulation besser verstehen zu können.“<sup>210</sup> Dabei stellen Simulatoren diese Modelle in der Regel auch graphisch in Form von Animationen dar, mit dem Unterschied, dass Parameter des mathematischen Modells aktiv verändert werden können und müssen. Bei „*angeleiteten Simulationen*“ überwiegt die Steuerung des Lernprozesses durch das System, z.B. durch Bearbeitung von

---

<sup>208</sup> Niegemann et al. 2004, S. 140

<sup>209</sup> Vgl. Niegemann et al. 2004, S. 140

<sup>210</sup> Rey 2009, S. 104

Übungsaufgaben im Simulator, die anhand eines vorher geplanten didaktischen Konzepts den Lernweg festlegen. In „freien Simulationen“ hingegen wird dem Lerner kein besonderer Weg vorgeschrieben, hier steht das Experimentieren mit mathematischen Modellen im Vordergrund. Bei der Verwendung von Simulationen können sich beim selbstgesteuerten Lernen in Bezug auf den Lerner aber z.B. folgende Probleme ergeben:<sup>211</sup>

- *Einstiegsprobleme*: Wahl der Eingabevariablen und Hypothesenformulierung
- *Herstellung von Simulationszuständen*: es werden nicht alle gewünschten Zustände der Simulation erreicht
- *Schlussfolgerungen ziehen*: Es werden falsche Schlussfolgerungen gezogen
- *Zusammenhänge erkennen*: Bezug zwischen Hypothese und experimentellen Daten wird oft nicht erkannt
- *Vorgehensweise beim Experimentieren*: Die Übertragung des theoretischen Wissens in die Simulationsumgebung funktioniert nicht immer
- *Durchführung von Experimenten*: Es wird nicht das gewünschte Ergebnis erreicht, da zu viele Variablen gleichzeitig manipuliert werden
- *Verwendung eines ‚Ingenieuransatzes‘*: Es wird versucht bestimmte Zustände zu erreichen, statt Hypothesen zu testen
- *Vorhersagen treffen und Ergebnisse interpretieren*: Es werden falsche Vorhersagen getroffen oder Ergebnisse falsch interpretiert.
- *Planungs- und Überwachungsaktivitäten*: Aktivitäten mit Simulationen werden nur kurzfristig geplant und nicht ordentlich überwacht

Bei der Entwicklung einer verständnisfördernden Simulation für die elektronische Aus- und Weiterbildung müssen diese natürlich berücksichtigt werden. Es bieten sich folgende Lösungsansätze:<sup>212</sup>

- *Übungsaufgaben interpretieren*: Zielgerichtete Herstellung von bestimmten Lösungszuständen
- *Erläuterungen und Hintergrundinformationen hinzufügen*: Hinzufügen von kontextsensitiven Hilfen und Feedback, um den Lerner kognitiv nicht zu überfordern oder zu demotivieren
- *Überwachungs- und Planungswerkzeuge bereitstellen*: Hilfswerkzeuge bereitstellen, die den Lernweg planbar machen und unterstützen

---

<sup>211</sup> Rey 2009, S. 105

<sup>212</sup> Vgl. Rey 2009, S. 107

- *Instruktionshinweise oder ähnliche Unterstützungsmaßnahmen anbieten:* Hinweistexte, die bei der Nutzung der Simulation helfen und ggf. Rahmenbedingungen vorgeben, z.B. es ist nur eine Variable veränderbar, etc.
- *Lernumgebung strukturieren:* Simulationswerkzeug nicht nur zur freien Erkundung benutzen, sondern auch einen strukturierten Lernprozess vorgeben. Z.B. Übungsaufgaben, die nacheinander gelöst werden müssen
- *(Komplexe) Computersimulationen allmählich aufbauen:* Die Komplexität der Simulation wird sukzessive erhöht, die Gesamtsimulation steht erst am Ende zur Verfügung, um Lerner nicht zu überfordern.
- *Adaptive Elemente verwenden:* Abhängig vom Nutzerverhalten Nachrichten, Einschränkungen oder Agenten bereitstellen.

Insbesondere Simulationen bieten für Lerner die Chance, ein tieferes Verständnis abstrakter Inhalte zu erlangen. Die Visualisierung von Zusammenhängen, das Sammeln von modellspezifischen Erfahrungen und die persönliche „Durchdringung“ der Inhalte sind dabei primäre didaktische Ziele.

Alle oben vorgestellten multimedialen Inhalte, und im Speziellen Simulationen, sind sehr aufwendig zu erstellen, hohe Kosten die Folge. Dies resultiert in der Regel aus der Tatsache, dass diese Art der Inhalte nicht „kurzfristig selbst“ erstellt werden können, da entweder die technischen Mittel oder das „Know-How“ fehlen. Auch bei Animationen und Simulationen wird in der Regel so verfahren wie für die Videos bereits vorgestellt: Anhand von Storyboards oder anderen verbalen Beschreibungen werden Inhalte, didaktisches Ziel, zu verwendende Medien, Ablauf, etc. fixiert und dann an externe Entwickler weitergegeben – zwar werden so Umsetzungen erreicht, aber nicht selten bieten diese nicht das gewünschte Ergebnis. Vor allem Simulationen sind immer Unikate, die für den speziellen Zweck entwickelt werden. So verwundert es nicht, dass Simulationen überwiegend in E-Learning-Angeboten derjenigen Fachrichtungen zu finden sind, die eine derartige Softwareentwicklung selbst übernehmen können. Auf diese Weise ist sowohl eine gewisse Kostenkontrolle möglich, als auch die gezielte Ausrichtung des Ergebnisses auf die zuvor definierten Anforderungen. Im Rahmen dieser Arbeit wurden verschiedene Simulationen für den MINT-Bereich entwickelt: Technische Grundlagen finden sich unter III.7.7.9, konkrete Umsetzungsbeispiele bieten die Abschnitte IV.3.4, IV.3.5, IV.3.3 und IV.3.2.

### **III.6.5.Diskussion zur Gestaltung von speziellen Lernmaterialien für LLL**

Eine Umsetzung des Lebenslangen Lernens erfordert eine spezielle Ausgestaltung der Lerninhalte, die sich von der bestehenden – vor allem für das Vollzeitstudium in Form von Prä-

senzunterricht konzipierten – unterscheidet. Dies bezieht sich insbesondere auf die Gliederung und die technische Umsetzung. Der Schritt zum E-Learning löst diesbezüglich bereits die meisten Restriktionen, generell muss aber eine gezielte Anpassung der Kursinhalte hinsichtlich folgender Charakteristiken sichergestellt sein:<sup>213</sup>

- Inhalte müssen gezielt die Flexibilität des Lernens und der Lerner unterstützen, sodass Anpassung an unterschiedliche Lebenssituationen und Abschnitte möglich werden (z.B. durch elektronische Speicherung und Auslieferung im Rahmen des E-Learnings)
- Inhalte müssen starke Modularität aufweisen, um in verschiedenen Szenarien einsetzbar/wiederverwendbar zu sein und unterschiedliche Vorkenntnisse zu berücksichtigen
- Inhalte müssen „eine systematische Einführung in besondere Themenfelder bieten und generisches Wissen betonen
- Inhalte müssen die Einbettung in einen allgemeinen Zusammenhang aufzeigen, um Gesamtzusammenhänge deutlich zu machen
- Möglichkeit zum offenen, selbstgesteuerten Lernen und zur Selbstbestimmung der Studenten bieten
- Diversität der Studierenden: Es müssen verschiedene „Skill-Levels“/Niveaus angesprochen werden.“<sup>214</sup>

Zudem kann abschließend festgestellt werden, dass die Lerninhalte ein zentrales Standbein des E-Learnings sind, das insbesondere über Qualität und Nachhaltigkeit (mit-) entscheidet und entsprechend ernst genommen werden muss! Auch vor dem Hintergrund der Nutzung im Rahmen des Lebenslangen Lernens sind ein modularer Aufbau und viele innovative Techniken zu berücksichtigen, um der komplex-theoretischen Natur der Themenbereiche des MINT-Bereichs entsprechende Werkzeuge für die Förderung des Verständnisses gegenüberstellen zu können. Dies bedeutet insbesondere, dass E-Learning-Inhalte – als „lebhaft“, multimediale Webdokumente – neu erstellt werden müssen (der hohe Aufwand muss dabei in Kauf genommen werden, speziell bei Audio/Video, Animationen und Simulationen). Es bedeutet explizit nicht, dass die aus der Präsenzlehre verfügbaren Vorlesungsskripte online verfügbar gemacht werden. Denn „nichts ist langweiliger, als Online-Lernen mit einem Lehrbuch. Nichts ist kontraproduktiver für die Verbreitung und Akzeptanz von eLearning als ein Lehrbuch im klassischen Stil einer Lernplattform.“<sup>215</sup>

---

<sup>213</sup> Vgl. Knapper, Cropley 2000, S. 56

<sup>214</sup> Knapper, Cropley 2000, S. 56

<sup>215</sup> Schulmeister, R. 2006, S. 256

### III.7. Softwaretechnische Realisierung

Die Entwicklung des Internets und zugehöriger Technologien hat seit dem Ende der 1990er deutlich an Fahrt gewonnen: Denkt man dabei z.B. an die Entwicklung der Übertragungsgeschwindigkeit/Bandbreite heimischer Modems, das Aufkommen von verschiedensten mobilen, internetfähigen Geräten und die ohnehin stark voranschreitende Computertechnik<sup>216</sup>. Analog dazu, wenngleich auch nicht ganz in diesem Tempo, steigern sich auch Leistung und Umfang vieler Softwarelösungen. Im Bereich des E-Learnings, ist die Entwicklung der großen Open-Source LMS-Distributionen dem technischen Trend „etwas hinterher“, was sich z.B. an der Programmierung (verwendetes HTML, CSS, Javascript), unterstützter Endgeräte (generell mobile, Smartphones) oder den Techniken zur Speicherung der Inhalte (formatiert, z.B. in HTML), etc. zeigt. Daher ist es für eine zeitgemäße technische Realisierung einer E-Learning-Lösung für MINT heute obligatorisch, sich nicht nur am Stand der Technik zu orientieren, sondern ebenso (sich durchsetzende) Trends zu berücksichtigen.<sup>217</sup> Denn wird anhand des zum Planungszeitpunkt aktuellen Technikstands entwickelt, kann sich das Produkt bei der Einführung schon wieder als veraltet herausstellen. Natürlich muss hierbei mit gutem Augenmaß vorgegangen werden, um sich nicht in den vielfältigen Details zu verlieren. Generell gilt: Nicht jeder Trend muss verfolgt werden, aber die großen Entwicklungen sollten nicht außer Acht gelassen werden. Beispielsweise kann die Unterstützung von noch nicht standardisierten Dateiformaten für Videos eher vernachlässigt werden, als eine generelle Unterstützung mobiler Endgeräte, aktueller Programmierparadigmen, sozialer Software, innovativer Formen der Didaktik oder Inhaltsaufbereitung und eine nachhaltige -Speicherung. Ebenso gilt es, die Zielgruppen, ihre Erwartungen, die speziellen Anforderungen des Fächermixes im MINT-Bereich und die Unterstützung des Lebenslangen Lernens zu berücksichtigen. Da der Softwareentwicklungsprozess langwierig und kostenintensiv sein kann, sollten im Vorfeld ein belastbares Konzept und eine Entwicklungsspezifikation erstellt werden! Für die Projektverantwortlichen oder späteren Anwender (Anbieter) ist dies im Vorfeld vermutlich schwierig, aber zumindest eine „Wunschliste“ kann zumeist problemlos erstellt werden, die dann von Informatikern in einen entsprechenden Anforderungskatalog und eine Spezifikation überführt wird. Diese Dokumente bieten dann die Grundlage der eigentlichen softwaretechnischen Entwicklung.

Das folgende Kapitel zeigt nun alle relevanten Schritte für die konkrete Entwicklung der E-Learning-Software für den MINT-Bereich im Kontext des Lebenslangen Lernens und berücksichtigt dabei alle in den vorherigen Abschnitten dieses Teils festgestellten Bedingungen und Eigenschaften.

---

<sup>216</sup> Moorsches Gesetz: Verdopplung der Leistung alle zwei Jahre

<sup>217</sup> Vgl. Zeldman 2006

### III.7.1. Allgemeine Anforderungen an das Gesamtsystem

Die Gesamtanforderungen an das System hängen von unterschiedlichen Facetten ab. Einen Überblick über die in dieser Ausarbeitung allgemein berücksichtigten Hauptanforderungsbe-  
reiche bietet die folgende Liste:<sup>218</sup>

- **Sicherheit:** Zugriff auf System an sich und auf Inhalte (die z.B. urheberrechtlich geschützt oder kostenpflichtig sein können) nur für berechtigte Nutzergruppen (Rollensystem integrieren, mit diesen Rollen: Studierende, Dozenten und Administratoren). Generell sollen sämtliche Serveranlagen vor (Hacker-) Angriffen geschützt werden.
- **Skalierung und Effizienz:** Einfache Erweiterbarkeit des Systems, z.B. in Bezug auf Speicherplatz, Bandbreite oder weitere Systemmodule
- **Offenheit: Systemarchitektur** sollte so gewählt werden, dass Teile modular austauschbar oder andere Software einfach (über Schnittstelle) hinzugefügt werden kann. Effekt: Positive Einflüsse für Wiederverwendbarkeit und Kostensenkungspotentiale
- **Verfügbarkeit:** Wahl von Providern, welche die Ausfallsicherheit der Serveranlagen sicherstellen können. Ggf. mit zusätzlichen Backup- oder Mirroring-Systemen.
- **Flexibilität:** Plattformübergreifende Nutzbarkeit des Systems in verschiedenen Client- oder Serverszenarien, insbesondere die Unterstützung von heterogenen (mobilen) Endgeräten
- **Dezentrale Verwaltung:** Ein komplett webbasiertes System soll garantieren, dass sämtliche Aufgaben (= Lernen/Studieren, Aufgaben von Dozenten/Tutor, Autoren oder Administratoren) unabhängig vom jeweiligen Standort aus möglich sind.
- **Investitionssicherheit** muss während und nach der Entwicklung für Förderer gewährleistet sein, z.B. durch wiederverwendbare Software oder Lerninhalte (Standards!)

Gleichwohl kann die Entwicklung der Softwarelösung noch nicht anhand einer solch allgemeinen Aufstellung beginnen; diese Themenempfehlungen sind aber im Folgenden zu berücksichtigen. Zunächst muss die grobe (thematische) Zielrichtung definiert werden. Es soll eine **E-Learning-Lösung für die Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich** geschaffen werden, die die folgenden Eigenschaften aufweist bzw. Zielerreichung ermöglicht:<sup>219</sup>

- **Herstellung/Verbesserung der Qualität von Lehre und Lernen:** Erstellung innovativer und für das Blended E-Learning geeigneter Lernszenarien, didaktischer Modelle und darauf aufbauende Lerninhalte, die regen und sinnvollen Gebrauch von Multimedia und neuen Technologien machen. Qualitätsmanagement und regelmäßige Evaluation sind obligatorisch.

<sup>218</sup> Vgl. Ehlers et al. 2003, S. 86f

<sup>219</sup> Eigene Darstellung auf der Grundlage von Bourne et al. 2005, S. 31ff

- **Lebenslanges Lernen als Standard:** Flexibilität des Systems an veränderte Anforderungen der Gesellschaft und die Lebenssituationen der Lerner anpassen. Zielgerichtete Weiterbildungsangebote in Kooperation mit Unternehmen werden Realität – Unternehmen und ihre Mitarbeiter werden generell als eine Zielgruppe der Hochschule erkannt und ihre speziellen Anforderungen berücksichtigt.
- **Innovative Technologien, Verfahrensweisen und Trends:** Mobiles Lernen, reger Einsatz von sozialer Software zum Ausgleich der Probleme von Alleinlernern und Multimedia als Standard. Orientierung am „State of the Art“ im Bereich der Web- und E-Learning-Technologien sowie Berücksichtigung von weiteren absehbaren Trends.
- **Gewinnung und Bindung von Studierenden im MINT-Bereich:** Interesse schaffen durch ein breites Angebot und eine Verbesserung der Lernerfahrung. Ebenso: Gute Reputation der Institution, zukunftsweisende Techniken in der Ausbildung, breite Themenauswahl, Praxisnähe durch Kooperationen mit Unternehmen, unterschiedliche Angebote für Frauen und Männer. Spezielle Angebote für weibliche Studierende!
- **Herstellung/Verbesserung der Zufriedenheit der Studierenden:** Einerseits transparente Regeln des Studiums bieten, andererseits aber auch genügend Flexibilität, Freiräume, Feedback, gendersensitive Angebote und generell motivierende Momente als selbstverständlich bereithalten. Dabei die Diversität der Studierenden berücksichtigen (z.B. durch Interaktivität, Adaptivität und offene Lernumgebungen). Studierende und ihre Eigenschaften als eigene Zielgruppe erkennen, denn zufriedene Studierende werden kostenlose und gute Werbung für das eigene Bildungsangebot machen.
- **Herstellung/Verbesserung der Zufriedenheit der Fakultät:** Steigerung des Verständnisses und der Nutzung von E-Learning innerhalb der Mitarbeiter der Fakultät für die Verbesserung der Forschung und Lehre sowie die Steigerung der Anerkennung der eigenen Tätigkeiten von anderen Institutionen.
- **Angebot zur Erlangung von Fertigkeiten in Mathematik, Design und den jeweiligen Ingenieurwissenschaften oder MINT-Disziplinen mithilfe spezieller Tools:** Lehrende und Lerner bekommen das Angebot online auf Tools zum Lehren und Lernen verschiedener Disziplinen zuzugreifen und dieses zu benutzen. Gleichmaßen stehen die Lernunterlagen und zugehörige Tools allen zur Verfügung. Unter anderem soll so auch das Verständnis von E-Learning und die selbstverständliche Nutzung im MINT-Kontext vertieft und gefestigt werden.
- **Erstellen einer besseren Laborausstattung für die Online-Ingenieurausbildung:** Durch innovative Webtechniken werden virtuelle Labore und Remote Labs zur Verfügung gestellt, die den experimentellen Laborunterricht soweit wie möglich unterstützen und so das webbasierte Gegenstück zur Arbeit in realen Laboren im Rahmen der Präsenzphasen des Blended Learnings bieten.

- **Studenten erlauben “virtuell weg” zu sein:** Eine fundierte Ausbildung im MINT-Bereich erfordert den Einblick in andere Bereiche jenseits des Campus, z.B. Beschäftigung mit anderen Themen oder Praxiserfahrungen im Ausland oder in Unternehmen. Studium und Prüfungsordnungen sollen so gestaltet/angepasst werden, dass Studierende derartige Erfahrungen sammeln können, ohne dass ihnen Nachteile dadurch entstehen (z.B. Anwesenheitspflicht lockern/aussetzen).
- **Schaffung von Partnerschaften:** Verbindung von mehreren Ausbildungsstätten zur Schaffung von Wissensnetzwerken und Kooperationen mit Industriebetrieben zur Förderung der praxisnahen Aus- und Weiterbildung.
- **Reduktion von Kosten:** Durch die Verlagerung eines großen Teils der Präsenzlehre zur virtuellen Lehre im Rahmen des E-Learnings können Kostenreduktionsmomente entstehen, die genutzt werden sollten.
- **Robustheit und Service:**<sup>220</sup> Reibungsloser Betrieb der Geräte (Ausfallsicherheit, stabiles System, keine „Testumgebung“ oder „Prototyp-Software“) ist zu gewährleisten, Software und Geräte ausreichend groß zu dimensionieren (z.B. Systemressourcen, vor allem Arbeitsspeicher und Festplattenspeicher entsprechend groß wählen) und eine technische Beratung anzubieten, da bei der Nutzung des Systems Fragen aufkommen werden (von Dozenten/Autoren, Lernern und Verwaltung)
- **Etc.**

Die hier aufgeführten Punkte stellen eine allgemeine Zusammenfassung der in den vorherigen Kapiteln gefunden Eigenschaften dar. Ist eine Umsetzung für ein konkretes Fachgebiet geplant, sollte diese Liste natürlich entsprechend präzisiert werden.

Abschließend kann festgestellt werden, dass die Berücksichtigung aller Anforderungen aufgrund verschiedenster Restriktionen kaum möglich sein wird (z.B. bei der Umsetzung aller Facetten von E/M-Learning oder dem Lebenslangen Lernen). Bei der Spezifizierung des „Kompromisses“ sind somit die Wünsche und Anforderungen mit Prioritäten zu versehen, die dann abgewogen und z.B. anhand einer Zielgruppenmetrik bewertet werden können (vgl. III.4.5). Es liegt in der Natur der Sache, dass auch die so resultierenden Bedarfe kaum in einer monolithischen Softwarelösung abbildbar sind. Es spricht daher alles für eine modulare Lösung, bei der eine (nachträgliche) Anpassung oder Veränderung nicht die Neuentwicklung des Gesamtsystems bedarf. Entsprechend verteilte Hardwareressourcen sind bereits bei der Planung der Serverarchitektur für das Hosting dieser Lösung zu berücksichtigen.

---

<sup>220</sup> Vgl. Busolt et al. 2010, S. 35



### III.7.2. Systemarchitektur: Serverstruktur für E-Learning-Komponenten

Für die Umsetzung des Gesamtsystems, das im vorherigen Abschnitt anhand der einschlägigen Anforderungen skizziert wurde, ist zunächst eine geeignete Serverstruktur zu wählen und die dafür notwendige hardwaretechnische Grundausstattung zu definieren. Als primäres Ziel ist dabei zu beachten, dass Dozenten und Lernern zu jeder Zeit ein reibungsloser Zugang zu Medien und Kommunikationswerkzeugen gewährleistet werden kann, da im Rahmen des E-Learnings das Lernen und Arbeiten in virtuellen (serverbasierten) Lernumgebungen im Mittelpunkt steht.<sup>221</sup> Das System muss also auf Servern gehostet werden, die einerseits eine hohe Ausfallsicherheit aufweisen (ggf. Backupsysteme einplanen) und andererseits in Ausstattung sowie Anbindung so dimensioniert sind, dass die Hardwareleistung nicht zu einem beschränkenden Faktor wird. Für ein E-Learning-System mit bis zu 1000 Studierenden (maximal ~100 gleichzeitig) würde z.B. das in Abbildung 20 skizzierte Serversystem ausreichen. Es besteht insgesamt aus vier dedizierten Servern (das Backup übernimmt ein einzelner Server, Nr. 4).

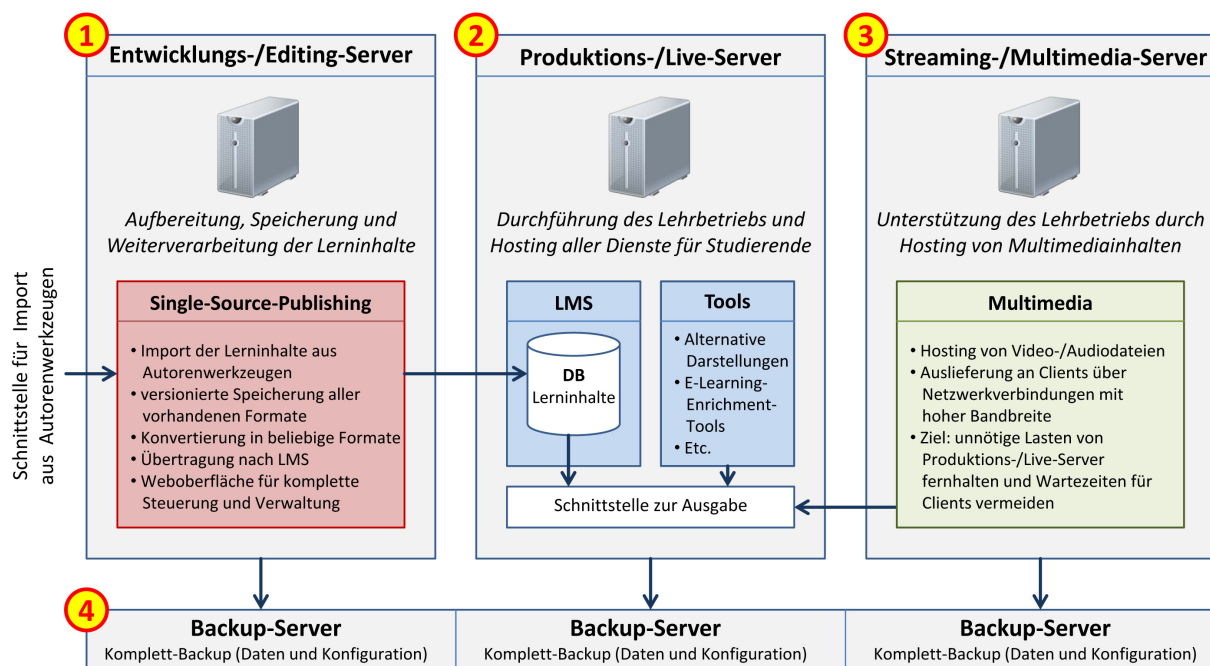


Abbildung 20: Mögliche Serverstruktur zum Betreiben der E-Learning-Lösung<sup>222</sup>

Die Abbildung zeigt, dass hier das E-Learning-Gesamtsystem in zwei logische Bereiche, bzw. Module, unterteilt wurde: In eine Umgebung für Autoren zur einfachen **Erstellung, Verwaltung, Wiederverwendung und Auslieferung von Lerninhalten** („Editing-Server“, Nr. 1) und in eine starke Plattform für die **Durchführung des Lehrbetriebs** („Live- und Streaming-Server“, Nr. 2 und 3), also die Auslieferung von E-Learning, Verwaltung von Studierenden,

<sup>221</sup> Vgl. Busolt et al. 2010, S. 35

<sup>222</sup> Eigene Darstellung.

Kursen und Ergebnissen. Weitere für die Lehre notwendige Softwarewerkzeuge werden auch auf dem „Live-Server“ (Nr. 2) gehostet (Simulationswerkzeuge, Programmvalidatoren, teilweise Kommunikationsdienste), können aber zur Steigerung der Performance auch auf externe Server ausgelagert werden. Bei manchen Features ist das ohnehin notwendig, wie z.B. bei einem Remote Lab (vgl. III.5.3.3). Generell bietet es sich zur Skalierung des Systems an, die Server für den Betrieb des E-Learnings durch weitere Geräte zu ergänzen (also Nr. 2 und 3) – insbesondere bei einer starken Erhöhung der Studierenden, bzw. Zugriffszahlen, ist dies ratsam, um ein stabiles, schnell reagierendes System zu garantieren. So ist natürlich für den Gesamtbetrieb der E-Learning-Lösung die Performance der Server-Rechner von höchster Wichtigkeit. Wie bereits erwähnt, ergeben sich aufgrund der hohen Entwicklungsgeschwindigkeit der PCs – denn heutige Webserver bestehen aus handelsüblichen Komponenten wie bei Personal Computern – dabei in der Regel keine Engpässe oder Probleme, da entsprechende Geräte und Bauteile schnell und kostengünstig ergänzt werden können. Somit ist die konkrete Angabe einer festen Spezifikation für Hardware der Server auch eher eine Momentaufnahme<sup>223</sup>, sollte sich aber z.B. an diesen Leistungswerten orientieren (pro Server): QuadCore Prozessoren (z.B. „i7“), Arbeitsspeicher >32 GB, 2x >2 TB SATA/SAS HDD oder SSD-Festplatten (RAID 1, „Mirror“), 1 GB Netzwerkadapter, etc.<sup>224</sup>

Bei serverbasierten Systemen ist es zudem eine wichtige Anforderung, dass ein durchgängiger, bzw. ausfallsicherer, Betrieb garantiert werden kann. Etwaige Ausfälle (z.B. Hardwaredefekte, Strom- oder Netzausfälle) müssen dann durch das System in geeigneter Weise kompensiert werden können. Dies betrifft in dem oben skizzierten System primär diejenigen Server, welche die Durchführung der Lehre sicherstellen (Nr. 2 und 3), da diese pausenlos erreichbar und funktional sein müssen (im Vergleich zum Single-Source-System auf Server Nr. 1, das dagegen nur „sporadisch“ zur Aktualisierung oder Publikation genutzt wird). Ggf. sind also redundante Server aufzusetzen, die eine Art „Echtzeit-Backup“ darstellen. D.h.: Das Gesamtsystem bleibt erreichbar, wenn ein E-Learning-Server ausfällt, da ein sogenannter „Mirror-Server“, der eine „Eins-zu-eins“-Kopie aller Daten und Funktionen enthält und parallel läuft, den Ausfall ausgleicht. Im Fall des Ausfalls einer Serverfestplatte kann dies durch ein RAID-System ermöglicht werden. Soll allerdings der Ausfall des kompletten Servers kompensiert werden, könnte dies z.B. durch ein Lastverteilungssystem<sup>225</sup> (engl. „Load-Balancer“) erreicht werden, welches die Anfragen entsprechend an den/die noch erreichbaren Server verteilt (Standardmäßig auf die wenig ausgelasteten Server). Bei kleineren E-Learning-Initiativen (z.B. auch mit einem Vielfachen der o.a. Zugriffszahlen) ist dies aber in der Regel nicht nötig.

<sup>223</sup> Ende 2012.

<sup>224</sup> Die Systemanforderungen wurden anhand der Mindestsystemanforderungen für das "LMS ILIAS" geschätzt.

<sup>225</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Lastverteilung\\_%28Informatik%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Lastverteilung_%28Informatik%29), abgerufen am 30.03.2013

Hier reicht es aus, wenn sämtliche Daten regelmäßig gesichert werden (in Form von täglichen Voll- oder differenzieller Sicherungen<sup>226</sup>), sodass diese bei einem Hardwaredefekt oder Neustart schnell wiederhergestellt werden können. Neben den Serveranlagen an sich ist für den reibungslosen Betrieb vor allem auch die Netzwerkanbindung dieser Geräte wichtig. Garantiert diese doch das „Nutzererlebnis“, das vor allem auch aus Echtzeitkommunikation und dem Empfang von gestreamten multimedialen Daten besteht. Die Gesamtbandbreite zur Anbindung des Rechenzentrums sollte daher bei >300 GBit liegen, was im Allgemeinen aber alle gängigen Provider in Deutschland anbieten.

Im Vergleich zum Betreiben einzelner Webserver wie oben skizziert, kann man sich auch für eine „Cloud“-Lösung entscheiden (vgl. III.7.8.1). Dies hat den Vorteil, dass die komplette hardwaretechnische Ausstattung von externen Anbietern betrieben und gewartet wird und die Verfügbarkeit/Uptime zu ~99% garantiert ist. Nachteilig ist dabei, dass in der Regel Abstriche bei den Möglichkeiten zur Konfigurierung hingenommen werden müssen.

Als Betriebssystem für Serversysteme, die primär als Webserver dienen, hat sich Unix/Linux als Quasi-Standard durchgesetzt. Moderne Distributionen von Linux sind als Open Source Software frei von Lizenzkosten und bieten durch ihre Offenheit die Möglichkeit, alle notwendige Einstellungen ohne Restriktion durchführen zu können, im Zweifelsfall eben durch Anpassung von Softwarepaketen an sich. Der Trend zum Einsatz von Open Source Komponenten setzt sich heute auch bei der Entwicklung von Websoftware fort: Aktuelle Anwendungen nutzen Apache als Webserversoftware, PHP, Pearl, Python oder Ruby als Skriptsprachen und MySQL als Datenbanksoftware.

### **E-Learning als Webservice**

Alternativ kann eine E-Learning-Lösung auch als Webservice („Maschine-zu-Maschine-Interaktion“<sup>227</sup>) geplant werden, d.h. alle relevanten Lernmodule werden nur als Daten zu anderen Rechnern verbreitet, was z.B. einen einfachen Einsatz in anderen Lernplattformen oder die Bereitstellung der Daten für stark heterogene Endgeräte ermöglichen würde (vgl. Abbildung 21).

---

<sup>226</sup> Weitere Informationen unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Backup#Komplett-.2FVollsicherung>, abgerufen am 30.03.2013

<sup>227</sup> <http://www.w3schools.com/Webservices/default.asp>, abgerufen am 06.04.2013

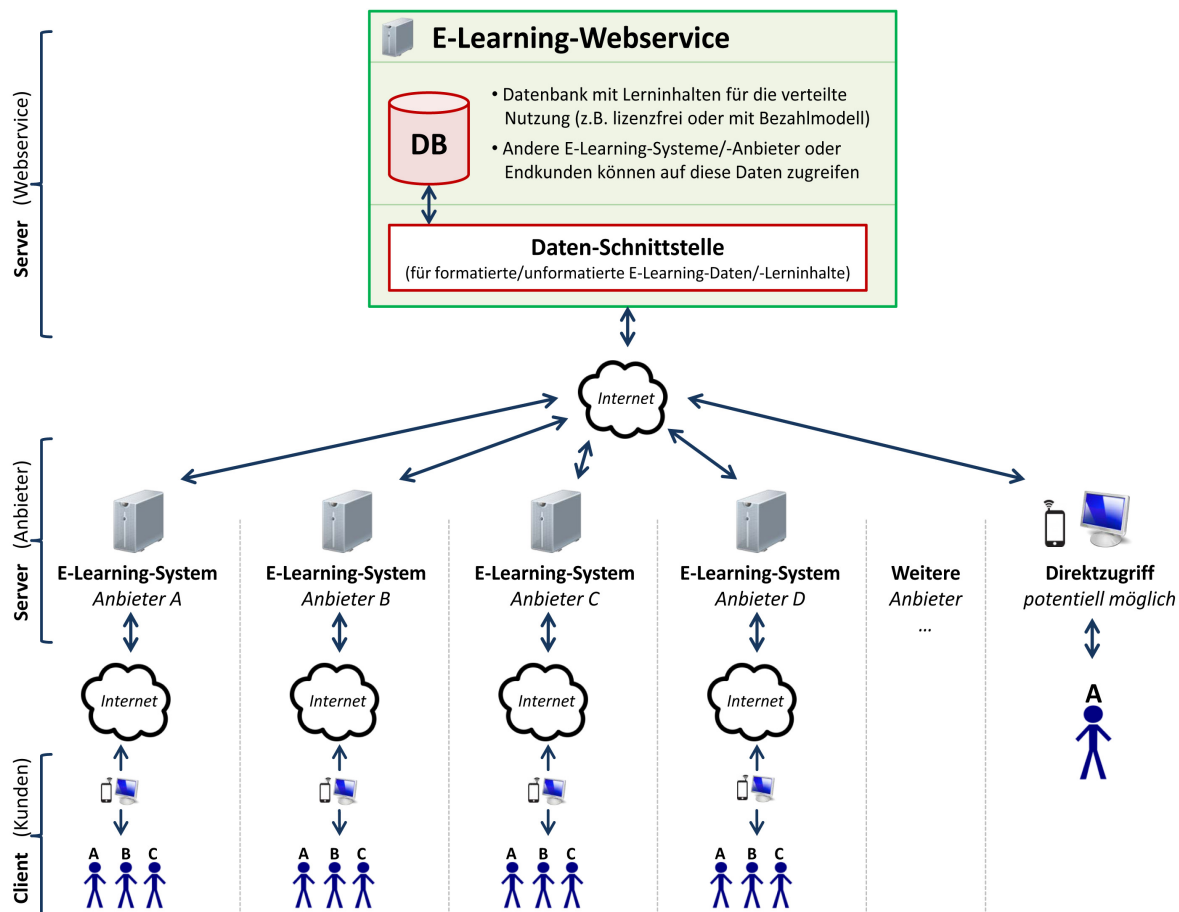


Abbildung 21: E-Learning als Webservice<sup>228</sup>

Für ein universitäres E-Learning-Angebot zur Unterstützung des Lehrbetriebs ist das zwar weniger interessant, bietet aber insbesondere dann vielfältige Möglichkeiten, wenn standardisierte Lerninhalte für unterschiedlichste Anbieter zur Verfügung gestellt werden sollen. Ein Beispiel dafür könnte ein zentral geführter „Wissenspool“ sein, der vielfältigen Anbietern zur freien (oder lizenzierten Nutzung) zur Verfügung steht, z.B. in Schwellen- oder Entwicklungsländern, zur Sicherung eines gewissen Qualitätsstandards. Die vom E-Learning-Webservice generierten Datenströme würden dann nur in Ausnahmefällen direkt von Lernern empfangen werden. Vielmehr rufen LMS oder andere Systeme verschiedenster lokaler Anbieter die vom Webservice bereitgestellte Schnittstelle – definiert durch einen URI („Uniform Resource Identifier“)<sup>229</sup> – auf und empfangen die Daten z.B. im XML-Format. Diese Daten werden dann in der Regel vielfältig weiter aufbereitet und dann erst Lernern zur Verfügung gestellt.

<sup>228</sup> Eigene Darstellung.

<sup>229</sup> <http://www.w3.org/Addressing/URL/uri-spec.html>, abgerufen am 06.05.2013

### III.7.3. Softwarekomponenten und zugrunde liegende Techniken

Es gibt kaum einen Bereich der IT, der sich derzeit schneller wandelt und eine höhere Innovationskraft besitzt als das Internet und zugehörige mobile Technologien. Dies liegt zweifelsohne zu großen Teilen an dem stetig und schnell wachsenden Markt sowie den zugehörigen Gewinnmöglichkeiten. Einerseits ist dieser Trend sicherlich vorteilhaft, da es kaum (längerfristig) an verwendbaren Techniken mangeln wird, um Probleme zu lösen oder bestehende Anforderungen abzudecken. Andererseits bietet diese Fülle den Nachteil, dass es zunehmend schwieriger wird, diese zu überblicken und zwischen den vielen, sicherlich auch im E-Learning-Kontext, interessanten Innovationen, die nachhaltigen und zielführenden auszuwählen. Dies bedarf viel Gespür, Erfahrung und Know-How, da sich viele Techniken in jüngster Vergangenheit erst entwickelt haben oder bestehenden radikalen Veränderungen unterworfen sind. Somit sind oftmals noch keine Standards vorhanden, und falls doch, variieren die vorhandenen oder anderweitige Best-Practice-Empfehlungen teilweise stark im Spannungsfeld der verschiedenen (Hardware- und Software-) Versionen. Diese Herausforderungen erschweren im Allgemeinen die Entwicklung der „richtigen“ E-Learning-Lösung.

E-Learning-Software kann verschiedene Formen aufweisen, z.B. als lokale Applikation mit oder ohne Internetvernetzung, als „Apps“ auf mobilen Geräten (was auch einer lokalen Applikation entspricht) oder eben als zentral auf einem Webserver gespeicherte Webanwendung. Heutige E-Learning-Angebote sind nahezu alle als **Webanwendungen** realisiert (vgl. II.3). D.h. die Daten und diese manipulierenden Funktionalitäten werden durch eine serverbasierte Software angeboten, clientseitig werden Frontends als Mensch-Computer-Schnittstelle zu diesen in einem gängigen Webbrowser<sup>230</sup> (vgl. dazu III.7.4) ausgeführt. Für die technische Entwicklung bedeutet dies zunächst, dass eigentlich nur „eine intelligente Webseite“ entwickelt werden und diese dann auf einem Webserver zur Verfügung gestellt werden muss. Die zu besetzenden Rollen und notwendigen Qualifikationen für die Umsetzung sind also:

- **Softwareentwickler für Webanwendungen:**
  - fundierte Kenntnisse im Aufbau von objektorientierten, verteilten Client-Server-Anwendungen mit der Besonderheit der Auslieferung der Oberflächen in einem Webbrowser. Technologien: PHP, Python, Rails, Java, HTML5, CSS, Javascript/AJAX/jQuery, etc.
  - Kenntnisse rund um Entwicklung/Anbindung von Datenbanken (hier MySQL)
- **Systemadministratoren:**
  - **Hardware:** Erfahrungen in der Konfiguration von Servern, insbesondere Webservern (Apache oder Microsoft IIS). Betriebssysteme: Unix/Linux (hier

---

<sup>230</sup> Z.B. Microsoft Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Safari, Opera, etc.

Ubuntu Linux) oder Windows.

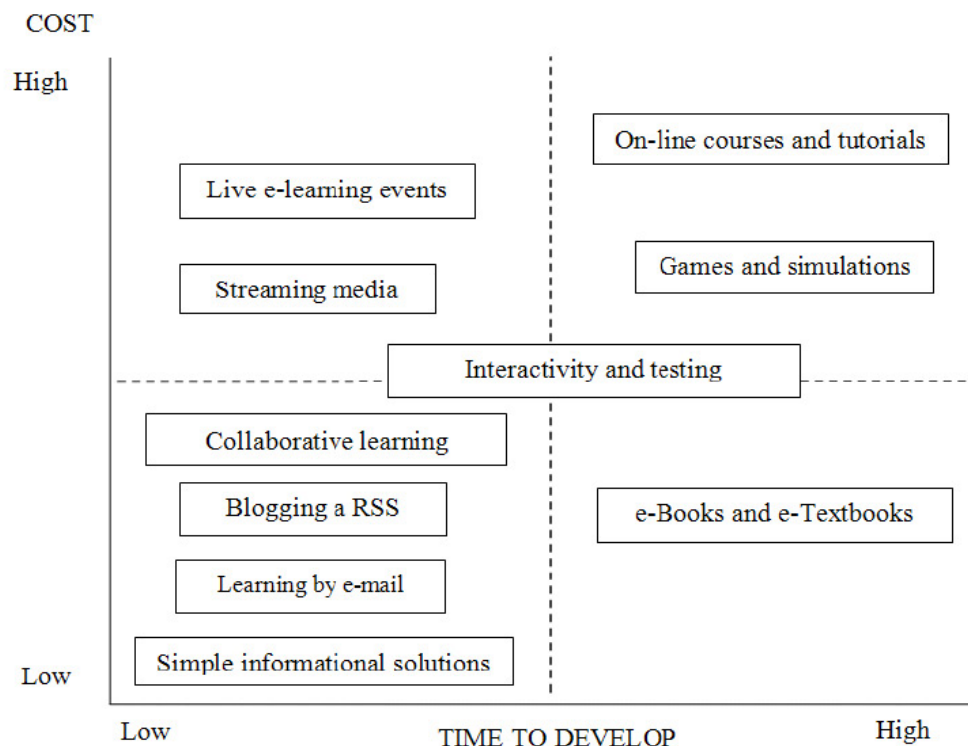
- **Software:** Überwachung von E-Learning-Software
- **Webdesigner:**
  - Oberflächendesign gemäß Usability- und Design-Richtlinien
  - Entwicklung von Oberflächen mit HTML5, CSS, ggf. Javascript/jQuery

Im Rahmen der Entwicklung von E-Learning-Software kommt in der Regel recht schnell der Begriff Learning-Management-System (LMS) auf (vgl. VI.1.1.1.7). Da diese Systeme einen funktionalen „Rundumschlag“ zum Betreiben eines E-Learning-Angebots bieten und als solche gute Arbeit leisten, sollten diese Funktionalitäten nicht neu entwickelt, sondern ein auf die eigenen Bedürfnisse angepasstes System verwendet werden. Natürlich sind LMS sehr allgemein gehalten und versuchen, ein möglichst breites Spektrum an Funktionen für verschiedenste Disziplinen zu bieten. Dass solche Lösungen kaum für den direkten Einsatz in stark spezialisierten Fachrichtungen wie MINT geeignet sind, liegt auf der Hand. Notwendige Anpassungen und Ergänzungen der LMS sind überwiegend in Form von Modulen/Plugins zu realisieren, welche die gewünschten Funktionalitäten zur Verfügung stellen. Nicht immer ist dies jedoch ausreichend. Im konkreten Beispiel des MINT-Bereichs werden Anforderungen gestellt (vgl. VI.1.3f), die sich auf diese Weise kaum ergänzen lassen. Dafür ist teilweise eine andere Herangehensweise oder eine ganz andere Softwarearchitektur notwendig – wie im Folgenden vorgestellt.

Bei der konkreten Umsetzung einer E-Learning-Strategie stellt sich also nach der Konzeptplanung – die Klarheit bzgl. der Zielgruppe, des Fachs und der sich daraus ergebenden Anforderungen bietet – die Frage, wie dieser Plan konkret in einer Softwarelösung und einem Hosting-Konzept abbildbar ist. Im Allgemeinen bieten sich folgende Lösungen:

1. **Provider/Dienstleister:** Verwenden einer komplett kommerziellen Lösung (LMS und andere), die von einem Provider/Dienstleister angepasst wird (in der Regel sehr teuer und nicht immer für spezielle Zwecke geeignet, da Dienstleister teilweise „Bewährtes“ verwenden)
2. Eigenständiges Aufsetzen von Open-Source-Lösungen, wie z.B. LMS oder andere (Lizenzgebühren entfallen, Nutzung von Standardlösung und vorhandenen Plugins, dafür etwas Know-how nötig)
3. Komplette eigenständige Entwicklung des gewünschten Systems (sehr zeitaufwendig, sehr viel Know-How nötig, i.d.R. teuer)
4. **Hybrid-Lösung:** ein Open-Source-LMS wird um selbst entwickelte Plugins oder weitere Software ergänzt (keine Lizenzgebühren, für Entwicklung eigener Features Know-How und Zeit notwendig; kann Kostentreiber werden)

Im Allgemeinen entscheiden sich E-Learning-Initiativen, in denen der Fachbereich Informatik beteiligt ist, überwiegend für die Variante 2 oder 4, sonstige Fachbereiche nutzen LMS-Installationen wie in Variante 2. Die Varianten 1 und 3 bleiben aus praktischen Erwägungen, allen voran zeitlicher und finanzieller Aufwand, meistens außen vor. Es kann zusammenfassend also festgehalten werden, dass lizenzkostenfreie Standardsysteme relativ schnell und kostengünstig in Betrieb genommen werden können. Je mehr Individualisierung oder Abweichung von der Systemnorm (je nach gewähltem System, das teilweise schon für eine bestimmte Disziplin konzipiert wurde) für die eigene Umsetzung gewünscht wird, mit umso mehr Aufwand und Kosten muss gerechnet werden, wie folgende Abbildung 22 zeigt:



**Abbildung 22: Kosten- und Zeitaufwand bei der Entwicklung von E-Learning-Lösungen<sup>231</sup>**

Entschieden wird sich in den meisten Fällen zu einem Kompromiss zwischen Kosten, Aufwand und Anforderungen – also mit LMS oder ohne, kommerzielle Lösung oder nicht, spezielle Anpassungen, etc. Es ist empfehlenswert schon zum Zeitpunkt der Entwicklung eine mittelfristige Planung bzgl. dieser Größen anzustellen. Denn auch andere Erwägungen müssen berücksichtigt werden: z.B. welche Kosten entstehen beim Betrieb, welche Mitarbeiterkapazitäten benötigt man dafür, ist ein technischer Support notwendig, kann dieser selbst erledigt werden oder ist dafür ein Provider notwendig, wie können Inhalte weiterverwendet werden, etc. Werden diese Fragestellungen mit in die Diskussion rund um die technische Entwicklung

<sup>231</sup> Kocur 2009, S. 22

des E-Learning-Angebots aufgenommen, kann dies die Entscheidung durchaus noch verändern, weil z.B. die Kosten für das Ändern/Aktualisieren von Inhalten durch einen Provider oder die regelmäßige Administration der selbstentwickelten Software nicht zu verachten sind. Und gerade diese mittelfristigen Betrachtungen, die dann nicht mehr in den Bereich „Entwicklung“ fallen, sondern „Service und Betrieb“, machen viel aus: Hier entscheidet sich im Allgemeinen, ob E-Learning-Angebote nachhaltig finanziert und betrieben werden können (vgl. III.10.4).

### III.7.4. Anforderungen an das E-Learning-System

In Abschnitt II.2.4 (vgl. Tabelle 3) wurden bereits die allgemeinen Anforderungen an Technik und E-Learning-Software im MINT-Bereich skizziert. Diese werden nun um die Anforderungen des Lebenslangen Lernens und denen der einzelnen Zielgruppen erweitert. Zunächst kann dabei festgestellt werden, dass bereits viele Forderungen des Lebenslangen Lernens in Bezug auf Flexibilität der Aus- und Weiterbildung (z.B. Teilzeitstudium, Lebenssituationen, Lernbiographien, etc.) durch die Umsetzung mittels E-Learning aufgegriffen wurden, wie z.B. die hinzugewonnene Flexibilität durch digitale Lerninhalte (vgl. II.4.3). Die Berücksichtigung von unterschiedlichen Zielgruppeninteressen hingegen ist schwieriger – handelt es sich hier doch um zum Teil konkurrierende Ziele (vgl. III.4). Im folgenden Verlauf des Rahmenwerks soll daher eine der Realität von Universitäten oder Hochschulen entsprechende Verteilung der Berücksichtigung von Interessen angenommen werden. D.h. es werden zwar alle Zielgruppen an sich berücksichtigt, Lerner- und Anbieterinteressen werden aber deutlich stärker gewichtet, als diejenigen von Unternehmen (vgl. III.4.5, Abbildung 8, „angenommene Verteilung“). Insgesamt ergeben sich daraus für die Entwicklung der Blended E-Learning-Lösung die in Tabelle 16 aufgeführten Eckpunkte und technische Anforderungen (mit entsprechenden Verweisen auf weiterführende Informationen):

Anforderungen	Beschreibung	Umsetzungsmöglichkeiten
<b>Allgemeine</b>		
<b>Verbesserung der Qualität der Lehre im MINT-Bereich</b>	Herstellung und Verbesserung der Qualität von Lehre und Lernen im MINT-Bereich für zielgerichtete, praxisorientierte und bedarfsgerechte Aus- und Weiterbildung von Ingenieuren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine innovative Blended E-Learning-Lösung mit zugehörigen didaktischen Konzepten und Curricula</li> <li>• Begünstigende institutionelle Rahmenbedingungen aus Präsidien, Dekanaten, Verwaltungen und der Politik</li> </ul>
<b>Lebenslanges Lernen</b>	Eigenschaften und Anforderungen des Lebenslangen Lernens an Ausbildung berücksichtigten (VI.2.2.1f)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viele Eigenschaften bereits durch die digitale Auslieferung der Inhalte im Rahmen des E-Learnings erreicht</li> <li>• Teilw. Anpassungen der Studienordnungen nötig (lockern)</li> </ul>
<b>Virtuelle Lernumgebungen</b>	Viele Facetten des vorherigen Präsenzlernens sollen durch ein digitales Pendant ergänzt oder ersetzt werden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereitstellung einer geeigneten Blended Learning Softwareplattform und Schaffung des Verständnis' zur Nutzung</li> <li>• Schaffung begünstigender Rahmenbedingungen</li> </ul>
<b>Softwareplattform</b>		
<b>Robustheit und</b>	Robuste, sichere Softwareplattform, die	Softwareplattform besteht aus zwei Teilen:



<b>Sicherheit</b>	aktuellen Anforderungen an Sicherheitstechnik entspricht	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Single-Source-Publishing-Software für die Erstellung und Speicherung der Lerninhalte. Software wird von Autoren und Administratoren verwendet. Details siehe unten.</li><li>2. Unterstützung und Durchführung der Lehre, bzw. des E-Learnings, sowie Verwaltung der Studierenden. Dieser Teil wird durch ein LMS (Open Source, kommerziell oder selbstentwickelt) realisiert (vgl. VI.1.1.1.8); auf hochaktuelle Umsetzungen ist zu achten! LMS werden primär von Studierenden verwendet. Nach einem Login stehen alle Dienste des E-Learning-Angebots zur Verfügung ("Single-Sign-On"). Dazu zählen insbesondere alle Werkzeuge zur Unterstützung der Lehre im MINT-Bereich: Vorlesungsaufzeichnungen, Audio/Video, sonstige multimedialen Lerninhalte, Animationen, Simulationen, Lernspiele, Virtuelle oder Fernlabore, etc. – im Idealfall auch jeweils für heterogene Endgeräte konzipiert</li></ol>
<b>Durchführung eines Online-Studiengangs</b>	Verwaltung und Verknüpfung von Kursen und Studierenden in einer Plattform. Bereitstellung aller geplanten virtuellen Lernumgebungen	
<b>Einfach zu bedienen</b>	Aktuelles System, das Usability-Aspekte umsetzt	
<b>Einfach zu erweitern</b>	Änder- oder Erweiterbarkeit durch modularen Systemaufbau begünstigen (durch Ergänzung von Plugins/ Modulen)	
<b>Inhaltserstellung</b>	Möglichkeit zur Erstellung innovativer und nachhaltig verwendbarer Lerninhalte	
<b>Didaktik und Lernen</b>		
<b>Individualisierung des E-Learning-Erlebnisses</b>	Diversität der Studierenden direkt aufgreifen und E-Learning-Lösung durch adaptive und interaktive Elemente ergänzen. Ggf. als „offene Lernumgebungen“ (vgl. VI.1.1.1.5).	<ul style="list-style-type: none"><li>• In Standard-LMS in der Regel nur am Rande beachtet, muss also individuell durch entsprechende Softwaremodule nachentwickelt werden.</li><li>• „offene Lernumgebungen“ können z.B. durch Erweiterung der Rechte der Rolle „Studierende“ erreicht werden</li></ul>
<b>Lernszenarien</b>	Anbieten facettenreicher virtueller Lernumgebungen und somit Ermöglichung von unterschiedlichsten Lernszenarien (vgl. III.5) für heterogene Gruppen von Studierenden	<ul style="list-style-type: none"><li>• Innovative Lernszenarien für Präsenz- und Online-Lernphasen berücksichtigen in Form entsprechender technische Ausgestaltung des Gesamtsystems</li><li>• In Curriculum zu berücksichtigen</li></ul>
<b>Lerninhalte</b> Inhaltstypen für MINT	Zu beachten sind im MINT-Kontext insbesondere die Unterstützung aller relevanten Inhaltstypen, einfaches Erstellen und Aktualisieren sowie Speicherung in nachhaltigen bzw. wiederverwendbaren Lernobjekten (vgl. III.6)	<ul style="list-style-type: none"><li>• In Standard-LMS in der Regel nur am Rande beachtet, muss also individuell durch entsprechende Softwaremodule nachentwickelt werden.</li><li>• Hier in Form einer Single-Source-Publishing-Software und Ergänzung der HTML-Ausgabe durch Javascript zur Darstellung von Formeln ohne Plugins (vgl. III.7.5)</li></ul>
<b>Lernprozesse</b> Individualisierung Dokumentierung	Lernprozesse sollen individualisiert (Reihenfolge, Schwierigkeitsgrad) und dokumentiert werden können (E-Portfolio). Dazu Speicherung der Inhalte in LOs und Ergänzung des LMS	<ul style="list-style-type: none"><li>• In Standard-LMS in der Regel nur am Rande beachtet, muss individuell nachentwickelt werden.</li><li>• E-Portfolio zur Dokumentation des Lernprozesses</li><li>• „offene Lernumgebungen“ können durch Erweitern der Rechte der Rolle „Studierende“ erreicht werden</li></ul>
<b>Innovative Techniken als „State-of-the-Art“</b>		
<b>Lokale Geräte</b> Inhalte für lokale Browser	<ul style="list-style-type: none"><li>• Plattformübergreifende Darstellung der Inhalte (ohne weitere Plugins) in Webbrowsern lokaler Geräte (auch Notebooks und teilw. Tablet-PCs)</li><li>• Dieses Feature ist bei allen gängigen LMS Standard</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zur plattformunabhängigen Nutzung müssen die Lerninhalte in validem HTML5, CSS3 (Crossbrowser!) an die Browser ausgeliefert werden.</li><li>• Lerninhalte liegen also z.B. in SCORM bzw. HTML vor oder werden über eine Datenschnittstelle bezogen und zur Laufzeit vom Client formatiert (via XSLT, Javascript, CSS)</li></ul>
<b>Mobile Geräte</b> Inhalte für mobile Browser	<ul style="list-style-type: none"><li>• Plattformübergreifende Darstellung der Inhalte (ohne weitere Plugins) in Webbrowsern mobiler Geräte (insbesondere sind hiermit Smartphones gemeint, vgl. VI.1.1.1.6)</li><li>• (Noch) kein Standardfeature von LMS, muss in vielen Fällen eigenständig nachgerüstet werden</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Für mobile Lerninhalte gelten technisch dieselben Regeln wie für lokale, mit der Besonderheit, dass Oberflächen und Daten an Restriktionen der Geräte anzupassen sind (vgl. VI.1.1.1.6)</li><li>• Inhalte müssen dafür ohne Formatierung gespeichert sein, z.B. via Single-Source-Publishing-Prinzip (vgl. III.7.5.1)</li><li>• Werden Lerninhalte über eine Datenschnittstelle bezogen, können Sie in nativen Apps weiterverwendet werden</li></ul>
<b>Multimedialität</b>	Multimediale Darstellung von Inhalten als Standard (Abbildungen, Audio, Video).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zu beachten: Standardformate verwenden, die in aktuellen Standardbrowsern ohne Plugins angezeigt werden können (vgl. VI.1.3.2)</li></ul>
<b>Soziale Software</b>	Bereitstellen vielfältiger Kommunikationsmöglichkeiten durch	<ul style="list-style-type: none"><li>• Derartige Funktionalitäten zählen zu den Standardfeatures aktueller LMS, ggf. selbst weitere nachentwickeln</li></ul>

<b>Web 2.0 Kollaboratives Lernen</b>	soziale Software, welche die Vernetzung zwischen Studierenden erhöht und kollaboratives Lernen ermöglicht.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Webdienste können via Schnittstelle eingebunden werden und eine Vielzahl weiterer Features bieten (z.B. Google- oder Facebook-Schnittstellen, vgl. III.7.7.5)</li> </ul>
<b>Autorenumgebungen und –werkzeuge</b>		
<b>Gängige Autoren-werkzeuge</b>	Autoren sollen Softwarewerkzeuge zur Erstellung der Lerninhalte verwenden können, die ihnen bekannt sind. So werden Barrieren vermindert und einfache Aktualisierungen begünstigt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterstützung der von Autoren gewünschten Software</li> <li>• Gesamtumsetzung in Form eines Single-Source-Publishing-Ansatzes mit automatisierter Konvertierung der Eingabeformate in ein Zwischenspeicherformat und diverse Ausgabeformate (für die Verwendung im LMS)</li> </ul>
<b>Aktualisierung der Lerninhalte als Qualitätsmerkmal</b>	Lerninhalte müssen von Autoren einfach aktualisiert werden können, um Qualität des Angebots zu sichern	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Webanwendung für die Umsetzung des Single-Source-Ansatzes, die einfache Aktualisierung von Online-Lerninhalten ohne tiefere technische Kenntnisse in wenigen Minuten ermöglicht (vgl. III.7.5).</li> </ul>
<b>MINT-spezifische Lehrangebote</b>		
<b>Übungen und Projekte</b>	Bereitstellen von Übungs- oder Projektaufgaben für „Präsenzveranstaltungen“ und Möglichkeit der Speicherung der Ergebnisse (Upload, Forum, Blog, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Größtenteils Standardfeatures von LMS, ansonsten müssen eigene selbständig nachentwickelt und hinzugefügt werden (vgl. III.7.7.2)</li> </ul>
<b>Online-Übungen und -Projekte*</b>	Virtuelle Übungen und Projekte (vgl. III.7.7.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilweise Standardfeatures von LMS, ansonsten müssen eigene selbständig nachentwickelt und hinzugefügt werden</li> </ul>
<b>Virtuelle Labore*</b>	Virtuelle Labore (vgl. III.5.3.3, III.7.7.10)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stark individuelles Feature, Eigenentwicklung notwendig</li> </ul>
<b>Remote Labs*</b>	Fernlabore (vgl. III.5.3.3, III.7.7.10)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stark individuelles Feature, Eigenentwicklung notwendig</li> </ul>
<b>Simulatoren*</b>	Simulatoren (vgl. III.7.7.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stark individuelles Feature, Eigenentwicklung notwendig</li> </ul>
<b>Lernspiele*</b>	Lernspiel-Simulationen (vgl. III.7.7.8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stark individuelles Feature, Eigenentwicklung notwendig</li> </ul>
<b>Programmier-validatoren</b>	Quellcode-Validatoren (vgl. III.7.7.12)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stark individuelles Feature, Eigenentwicklung notwendig</li> </ul>
<b>Zielgruppen</b>		
<b>Lerner</b> „Digital natives“	Studierende erwarten „gutes Studium“, gute Lerninhalte und innovative Lernumgebung die sich an Aktuellem orientiert. (Weitere Anforderungen, vgl. III.4.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen von Lernern werden durch angepasstes LMS abgedeckt. Ggf. wird das System modular nach speziellen Anforderungen erweitert.</li> </ul>
<b>Anbieter: Hochschulen und Universitäten</b>	System soll/muss sich gut in bestehende Rahmenbedingungen (der Fakultät) eingliedern, um Innovationsbarrieren bei der Einführung gering zu halten und den reibungslosen Betrieb zu garantieren. (Weitere Anforderungen, vgl. III.4.3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Starke Orientierung an bekannten oder bereits verwendeten Software-/E-Learning-Systemen (Abmilderung von Barrieren)</li> <li>• Einhalten von Standards, damit die Lösung nachhaltig und dadurch ggf. kostendeckend, bzw. –günstig, betrieben werden kann</li> </ul>
<b>Unternehmen</b>	Unternehmen müssen (je nach Ausgestaltung) Schnittstellen zur Erstellung, bzw. Anpassung, der Lerninhalte, des Curriculums oder zum Begleiten des Lernens (als Dozenten oder Tele-Tutoren) erhalten (vgl. III.4.4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• System muss offen konzipiert sein und Schnittstellen zwischen einzelnen Teilen anbieten. Diese Features sind i.d.R. kein Standard, müssen nachentwickelt werden (vgl. III.9)</li> <li>• Rollensystem des LMS so erweitern, dass „Unternehmen“ eigene Sicht auf die Einstellungen des Systems erhalten</li> </ul>
<b>System und Administration</b>		
<b>Rollen und Arbeitsplätze berücksichtigen</b>	Innerhalb des Systems müssen unterschiedliche „Arbeitsplätze“ bzw. Kompetenzbereiche (für auf das System zugreifende Benutzergruppen) abgebildet werden: z.B. für Studierende, Dozenten/Tele-Tutoren, Autoren, Administratoren, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemäß Rollensystem unterschiedliche „Sichten“ auf das System, in vielen LMS bereits standardmäßig integriert.</li> <li>• Softwareseitige Administration: Alle notwendigen Features zur Verwaltung von Studierenden und die Durchführung von Kursen, Übungen, Prüfungen, etc. werden vom LMS bereitgestellt.</li> <li>• Ggf. „Lernerarbeitszentren“ in Poolräumen der Hochschule einrichten, um Zugangsbarriere „Besitz eines multimedialfähigen Rechners“ abzumildern (falls vorhanden)</li> </ul>
<b>Service</b>	Für Kunden/Lerner: Studienberatung,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Für Hilfe bei der Benutzung der Software kann gemäß des</li> </ul>

	Telefonservice bzw. „Admin-Ansicht“, sodass Administrator oder Verwaltung direkt bei Problemen helfen können Für Anbieter: Externe Dienstleister müssen jederzeit erreichbar sein, falls Probleme auftreten	Rollensystems auf unterschiedliche „Sichten“ des Systems zugegriffen werden („Admin sieht Nutzeransicht“). In vielen LMS bereits standardmäßig integriert • Zudem: Schaffung von integrierten Hilfen (Hilfe-Agent/Robot, evtl. Chatbot), die alle häufig vorkommenden Fragen klären, ggf. FAQ.
* in dieser Arbeit „E-Learning-Enrichment-Tools“ genannt. Ein reales Beispiel für „Technische Informatik“ in Abschnitt IV.3.		

**Tabelle 16: Eckpunkte einer Blended E-Learning-Lösung für MINT und Lebenslanges Lernen<sup>232</sup>**

Die hier aufgeführten softwaretechnischen Anforderungen für das Blended E-Learning-System werden in den folgenden Abschnitten konkretisiert und die technische Umsetzung exemplarisch gezeigt – die reale Umsetzung als E-Learning-Prototyp folgt im Abschnitt IV.2.

### Exkurs: Webanwendungen, Webbrowser, Crossbrowser und mögliche Fehlerquellen

Die hier vorgestellten Webanwendungen werden im Webbrowser ausgeführt. Einerseits ist dieses Vorgehen vorteilhaft, da die E-Learning-Anwendungen dann bezogen auf das verwendete Geräte-Betriebssystem des Nutzers prinzipiell plattformunabhängig ausgeführt werden können. Andererseits ergibt sich bei browserbasierten Anwendungen aber auch ein Problem: Browser von verschiedenen Anbietern (oder auf unterschiedlichen Betriebssystemen) interpretieren den eigentlich standardisierten HTML-Quellcode und zugehörige Stylesheets (CSS) unterschiedlich, manchmal geradezu eigenwillig. Unterschiedliche Darstellungen („Fehler“) sind die Folge. Gleiches gilt für Javascript und andere Standards, die mit multimedialen Elementen zu tun haben. Diese Effekte können durch eine regelkonforme Entwicklung der Webseiten abgeschwächt werden – gänzlich vermeiden lassen sie sich allerdings kaum. Als „Workaround“ bietet es sich an, für die jeweiligen „aus der Reihe tanzenden“ Browser eigene Formatierungsregeln (anhand von sog. „Browser-Hacks“ im CSS) anzugeben.

Vor dem Hintergrund dieser Problematiken ist es ein primäres Ziel bei der Entwicklung von browserbasierten Oberflächen und Anwendungen, eine „**Cross-Browser**“-Lösung zu erzielen. D.h. die Darstellung und das Verhalten (Funktionalität mit Javascript) sind in jedem Browser (nahezu) identisch. Generell ist bei der Webentwicklung eine Liste *aktueller und weit verbreiteter Webbrowser gezielt zu unterstützen* (eben die im Schnitt am meisten Verwendeten): Mozilla Firefox, Microsoft Internet Explorer, Google Chrome, Apple Safari, Opera. Die Unterstützung aller möglichen Webbrowser<sup>233</sup> ist kaum möglich, aber zumeist auch nicht notwendig, da sich diese Effekte in den aktuellen Browserversionen langsam abschwächen.

<sup>232</sup> Eigene Darstellung.

<sup>233</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_von\\_Webbrowsern](http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Webbrowsern), abgerufen am 06.11.2012

### **III.7.5. Erstellung und Speicherung der Lerninhalte**

Da die Erstellung von qualitativ hochwertigen Inhalten und deren Pflege sehr zeitaufwendig und somit teuer ist, muss die softwaretechnische Ausgestaltung dieses Erstellungsprozesses so gestaltet sein, dass diese einerseits für den Autor möglichst einfach oder intuitiv vorstattengehen kann und andererseits Lerninhalte dabei entstehen, die (in anderen Kontexten) wiederverwendbar sind. In der Regel wird man also versuchen, die Autoren gar nicht mit technischen Details zu behelligen – jeder soll die Chance bekommen seine „Lieblingssoftware“ zur Erstellung der Inhalte zu verwenden. Es sollte also die Software Verwendung finden, die immer benutzt wird und am versiertesten bedient werden kann (wie z.B. MS Word, Open Office, Framemaker, etc.). Daran anschließend muss es für Autoren einfache Wege geben, Inhalte für das E-Learning selbständig publizieren, aktualisieren oder löschen zu können. D.h. die Speicherung und Weiterverarbeitung hin zur im E-Learning verwendeten Webversion in HTML muss reibungslos funktionieren, also im Idealfall automatisch ablaufen können und somit kein weiteres technisches Expertenwissen von den Autoren verlangen.

Besondere Beachtung ist der Wahl des Speicherformats für die Lerninhalte zu schenken, da sich dies in der Regel – sobald es einmal entschieden ist – nicht mehr allzu leicht ändern lässt. Entweder sollte die Entscheidung also auf einen Standard fallen – wie z.B. SCORM (vgl. dazu auch VI.1.1.1.7, Standards im E-Learning) – oder ein unabhängiges Format gewählt werden, das sich problemlos in alle anderen Formen überführen lässt. Oftmals wird dieser Punkt vernachlässigt, da eigene E-Learning-Projekte von den Planern noch sehr isoliert betrachtet werden. Somit ergeben sich in Bezug auf die Erstellung und Verwaltung der Lerninhalte bei der Entwicklung der E-Learning-Software zusammenfassend u.a. folgende Herausforderungen: Es muss ein einfach zu bedienendes Autorenwerkzeug geben (im Idealfall keines, woran sich Autoren erst neu gewöhnen müssen), Inhalte müssen darin automatisch richtig strukturiert werden (modular als Lernobjekte), die Daten standardkonform und möglichst plattformunabhängig, ggf. zentral, gespeichert werden, sodass eine automatisierte Weiterverarbeitung (z.B. zum Einbinden in ein LMS, jeweils optimiert für verschiedene Endgeräte der Lerner) und die Wiederverwendung ermöglicht wird. Wie dies konkret erreicht werden kann, zeigen die Abschnitte dieses Kapitels.

#### **III.7.5.1. Single-Source-Publishing-Prinzip**

Unter der Prämisse der starken Heterogenität von Endgeräten und Zielgruppen bei der Benutzung der E-Learning-Anwendung, müssen Lerninhalte in unterschiedlicher Weise aufbereitet sein. Technisch betrachtet muss der für die Darstellung verantwortliche HTML-Quellcode einmal für lokale Webbrowser vorgehalten werden, aber vor allem auch für die Präsentation auf mobilen Geräten wie Smartphones optimiert sein. Der Unterschied ist eindeutig: die Dis-

playgröße. Somit müssen für die problemlose (optimierte) Darstellung der Lerninhalte auf lokalen und mobilen Geräten auf dem Server prinzipiell zwei unterschiedlich aufbereitete Versionen des Inhalts zur Verfügung stehen – die sich nicht zwangsläufig im HTML-Code unterscheiden müssen, zumindest aber im CSS. Zudem sollen die Inhalte nicht nur im Browser betrachtet werden können, sondern auch zum „Offline-Lesen“, als Bildschirmpräsentation oder zum Ausdrucken, geeignet sein – auch dafür müssen bestimmte Varianten zur Verfügung stehen. Berücksichtigt man weiterhin die Anforderungen von Zielgruppen wie Lernern oder Unternehmen, für die es wichtig sein kann, die Inhalte nach individuellen Vorlieben zu sortieren oder nach dem Stand der Vorkenntnisse in ihrer Komplexität zu skalieren, müssten entsprechend noch weitere Varianten des gleichen Inhalts auf dem Server vorliegen, um jede Anforderung bedienen zu können. Bei statischen Inhalten entsteht kein Problem: Die Inhalte können einmal entsprechend aufbereitet werden und stehen dann *in dieser Form* „für immer“ zur Verfügung. Allerdings besteht im E-Learning zudem die Forderung nach stets aktuellen Dokumenten – diese sind also regelmäßigen Veränderungen unterworfen. Im obigen Beispiel würde dies bedeuten, dass nun wiederum alle vorliegenden Varianten einzeln angepasst werden müssten. Dies ist in der Regel nicht praktikabel.

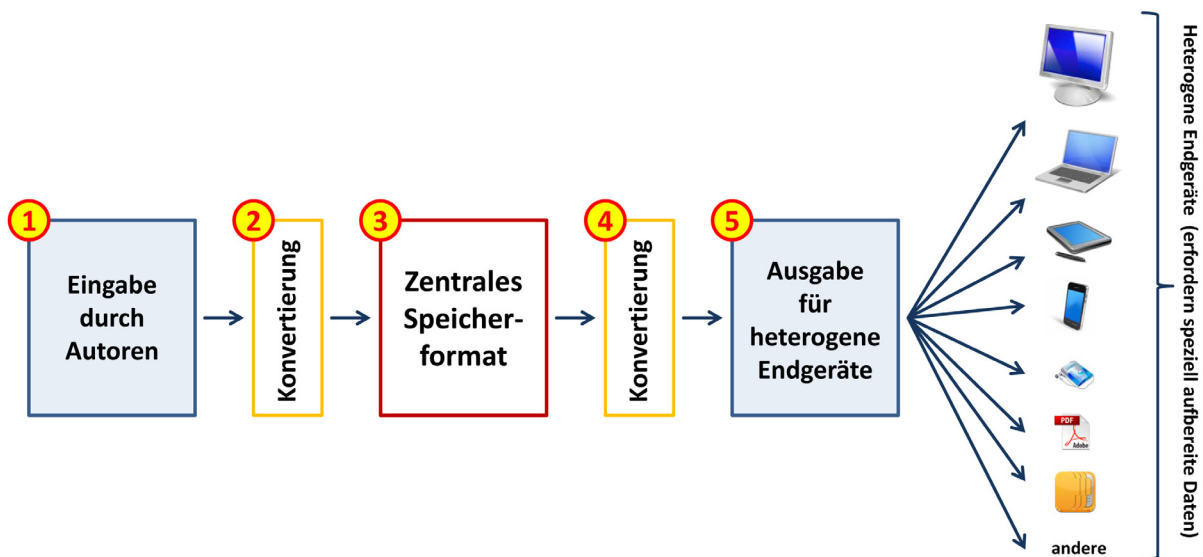
In der Praxis hat sich der **Single-Source-Ansatz** (oder auch „Single-Source-Publishing-Prinzip“) zur Lösung dieser Herausforderung etabliert. Wie der Name schon andeutet, stammen dabei alle zu publizierenden Inhalte aus *einer Quelle*. Dies hat im obigen Beispiel den Vorteil, dass man nur ein zentrales Dokument verändern muss. Allgemein betrachtet ergeben sich im Kontext von E-Learning bei entsprechender Umsetzung z.B. folgende Vorteile:

- **Effiziente Wartbarkeit:** Änderungen an einem gespeicherten Dokument werden auf alle zugehörigen Ausgabevarianten übertragen
- **Erhöhte Wiederverwendung:** Durch die layoutunabhängige und stark modulare Speicherung der Inhalte wird die Rekombination und Wiederverwendung gefördert
- **Inhaltliche Skalierung:** Es ist möglich, verschiedene Niveaustufen zu modellieren und so den Detaillierungsgrad zu skalieren (z.B. geringer Detaillierungsgrad für „Einsteiger“, alle Informationen für „Experten“).
- **Layoutunabhängigkeit:** Es werden nur strukturierte Daten gespeichert, die nachträglich mit verschiedensten (auch wechselnden) Darstellungsvarianten angezeigt werden können.
- **Kosteneffizienz:** Durch die einfache Wiederverwendbarkeit in unterschiedlichsten Kontexten und die einfache Aktualisierung, bzw. Pflege, der so gespeicherten Inhalte ergeben sich große Kosteneinsparungspotentiale.

Um die Vorteile des Single-Source-Prinzips voll ausschöpfen zu können, sind entsprechende Softwarelösungen zu schaffen. Zwar unterstützen einige LMS auch das Erstellen und serverbasierte Speichern von Lerninhalten. Dies geschieht dann analog zu einem CMS, das allgemeine Inhalte in einer zentralen Datenbank speichert und diese auch für unterschiedliche Kontexte ausgeben kann (z.B. für Mobilgeräte, etc.) – die Anpassung geschieht in diesem Fall jeweils „on-the-fly“, d.h. die Webanwendung auf dem Webserver stellt die Inhalte gemäß des anfragenden Geräts richtig formatiert zusammen und sendet sie an das Gerät. Grundsätzlich wäre dies für die Unterstützung verschiedener Endgeräte mit einem LMS im E-Learning auch eine praktikable Lösung. Allerdings ergeben sich dadurch andere Einschränkungen: zum Einen werden die so gespeicherten Daten zumeist mit Formatierungsinformationen angereichert und zum Anderen werden diese nicht immer standardkonform gespeichert, was eine Skalierung oder einfache Weiterverwendung (in Kontexten mit anderem Format) ausschließt.

Für eine Umsetzung wird also dringend eine „richtige“ Implementierung des Single-Source-Ansatzes angeraten – zumindest, wenn sich ähnliche Anforderungen ergeben wie hier dargestellt. Aber was braucht man dafür konkret? Zunächst muss es ein **Speicherformat** geben, in dem die Lerninhalte gespeichert werden können. Dieses sollte die strukturierte und formatunabhängige Speicherung der Daten ermöglichen – in der Regel fällt die Entscheidung auf eine **XML-Struktur** (vgl. III.7.5.2). Die gespeicherten Inhalte ergeben das Herzstück des Single-Source-Publishings. Allerdings müssen nun noch zwei „Wege“ realisiert werden: Ein Weg, auf dem die Lerninhalte vom **Autorenwerkzeug** (vgl. III.7.5.3) in das Speicherformat gelangen und einen zweiten, über den die Lerninhalte zur **Darstellung auf den Endgeräten** ausgegeben werden können. Da die Formate an den entsprechenden Punkten jeweils unterschiedlich sind, müssen diese „Wege“ jeweils eine entsprechende **Konvertierung** ermöglichen (vgl. III.7.5.5).

Den gesamten Prozess von der Erstellung der Lerninhalte, über die Speicherung im Zwischenformat bis zur Ausgabe auf den Endgeräten der Lerner fasst die umseitig dargestellte Abbildung 23 zusammen.



**Abbildung 23: Erstellung und Ausgabe von Inhalten mit Single-Source-Publishing<sup>234</sup>**

Ist ein Single-Source-Publishing-Ansatz auf eine solche Weise umgesetzt, ergibt sich neben der vereinfachten Überführung in diverse Ausgabeformate (digitale Dokumente oder für Publikation im Print-Bereich), der strukturierten Speicherung, der Chance zur Konvertierung in nahezu jeden anderen (oder neuen) Standard und der verbesserten Aktualisierbarkeit auch die Möglichkeit der Skalierung der Inhalte hinsichtlich verschiedener Dimensionen:

- **„Inhaltlich:**
  - Welches Thema soll vermittelt werden; welche Anlage oder welches Subsystem wird beschrieben (inhaltliche Hierarchie)?
  - Wie ist der Qualifizierungsstand der Lernenden; welches Vorwissen (fachlich, aber auch Medienkompetenz, Selbstlernkompetenz) kann vorausgesetzt werden?
  - Welcher Wissensstand, bzw. Detaillierungsgrad, wird angestrebt; was soll und was darf der Lernende wissen?
- **Gestalterisch:**
  - Welches Layout (Corporate Design) soll angewendet werden?
  - Welches Ausgabeformat (Online-Material, Folienpräsentation, druckbares Manuskript, ...) soll erzeugt werden? Auf welchem elektronischen Ausgabe-medium soll es angezeigt werden (PC, Tablet-PC, Smartphone)?

(Diese Aspekte sind vom Mediendesigner zu konzipieren; das kann vor, während oder nach der Entwicklung der Inhalte erfolgen.)

<sup>234</sup> Eigene Darstellung. Eine konkrete Umsetzung findet sich im TIO-Prototyp (vgl. IV.2.4.3).

- **Didaktisch:**

- Welches Szenario (Präsenzlehre, selbstgesteuertes Lernen, ...) und welche didaktischen Modelle sollen zugrunde gelegt werden?
- Welche Freiheitsgrade (lineare, hierarchische, freie, ... Navigation) werden Lernenden geboten?

Hier ist eine besondere Flexibilität des Materials nötig, da die aktuelle Forschung zur Didaktik des E-Learning nicht abgeschlossen ist (und es vermutlich auch nie sein wird). Zugleich bestehen Verbindungen zu den anderen Dimensionen.“<sup>235</sup>

Wie bereits erwähnt, bieten einige LMS bereits grundsätzliche Möglichkeiten für das Single-Source-Publishing. Sollen allerdings alle hier beschriebenen Potentiale des Ansatzes ausgeschöpft werden, muss ein derartiges System in der Regel eigenständig entwickelt werden. Auf der Basis von Servern obiger Spezifikation (vgl. III.7.2) kann die Speicherung der Lerninhalte entweder in einer (relationalen) Datenbank erfolgen oder in Form von einfachen Textdokumenten, z.B. im XML-Format. Ersteres bringt den Vorteil der einfachen Weiterverarbeitung und Durchsuchbarkeit der Einträge im Rahmen der Webanwendung mit sich, da diese im Allgemeinen standardmäßig Datenbankschnittstellen anbieten. Allerdings bedeutet dies auch eine zusätzliche Belastung der Ressourcen des Servers. Alternativ können die Lerninhalte im XML-Format (Textdatei) ohne eine Datenbank gespeichert werden, was Vorteile für den Skriptzugriff (reguläre Ausdrücke, Konvertierung, etc.) bietet und keinen zusätzlichen Datenbankserver benötigt (Ressourcen).

### **III.7.5.2. XML zur Speicherung von E-Learning-Inhalten**

Als Speicherformat für Lerninhalte bieten sich insbesondere „Dokumentbeschreibungssprachen“ an, die das Speichern von gegliederten und strukturierten Daten unterstützen, einem offenen Standard entsprechen, keine Beschränkung gemäß der Medienformate aufweisen, das Anfügen von vielfältigen Metadaten und anderen kontextsensitiven Informationen ermöglichen, sowie inhaltsbedeutsame Bezeichner und eine sinnhafte Granularisierung aufweisen. Primäres Ziel der Speicherung in einem solchen unabhängigen Speicherformat ist es, dass die Daten (=Lerninhalte) strukturiert und ohne Formatierung gespeichert werden können. Denn nur so ist es möglich, die Daten durch Konvertierung auch in andere Kontexte zu überführen und sie somit unabhängig von derzeitigen „softwareentwicklungstechnischen Trends“ zu machen. Als Beschreibungssprache wird XML empfohlen (vgl. VI.1.1.1.7), da dies alle oben angegebenen Anforderungen erfüllt. Im Bereich des E-Learnings gibt es bereits vielfältige Ansätze zur Speicherung von Lerninhalten in XML-basierten Zwischenformaten, wie z.B.:

---

<sup>235</sup> Gries et al. 2009, S. 211



- LMML (Learning Material Markup Language)
- EML (Educational Modelling Language)
- <ML><sup>3</sup> (ermöglicht die Inhaltsskalierung in drei Ebenen, z.B. zur Anpassung der Inhalte hinsichtlich des Schwierigkeitsgrads oder des Ausgabezwecks)
- XML4TIO (im Rahmen des praktischen Teils dieser Arbeit entwickelte XML-Struktur, die gezielt zur Speicherung von MINT-bezogenen Inhalten mit stark mathematisch-technischem Bezug dient, hier „Technische Informatik“)

Bei einer konkreten Umsetzung kann also einerseits auf ein bestehendes Format zurückgegriffen werden, um es direkt zu verwenden oder anzupassen. Andererseits kann für die speziellen Zwecke ein neues entwickelt werden. Informatiker mit spezieller Anforderung werden sich für eine Eigenentwicklung entscheiden: Dabei wird zunächst eine Dokumenttypdefinition (DTD) entwickelt, die beschreibt, welche Struktur und Grammatik die zugehörigen XML-Daten aufweisen. Alternativ kann dies auch mit den flexibleren XML Schemata oder XSD (XML-Schema-Definition) erfolgen. Anhand dieser Definitionen können dann valide XML-Daten gespeichert und weiterverarbeitet werden. Grundsätzlich handelt es sich bei allen XML-Daten um reine Textdateien, die also zu jeder Zeit menschenlesbar bleiben – wenn auch nicht besonders intuitiv. Natürlich sind für Entwicklung und Umgang mit XML-Definitionen und -Daten Fachkenntnisse erforderlich, die hier nicht weiter ausgeführt werden können.

Durch die Speicherung der Lerninhalte im XML-Format wurde eine grundsätzliche Möglichkeit zum Austausch und zur Wiederverwendung geschaffen. Um die Suche, Auffindbarkeit und den Austausch von XML-basierten Lernobjekten im Internet zu fördern, bietet sich der LOM-Standard (Learning Object Metadata) an. Dabei werden die XML-Daten mit Metadaten angereichert, können in öffentlichen Verzeichnissen aufgenommen und so von anderen gefunden und weiterverwendet werden. Dies ist aber wohl eher für lizenzfreie Lernangebote interessant, denn für institutionell verankerte Programme, da diese auch aus kommerziellen Erwägungen ihre Lernmaterialien kaum komplett und kostenfrei der Allgemeinheit zur Verfügung stellen werden.

Wird eine Speicherung und Archivierung der Daten im XML-Format erwogen, muss das System eine *Versionierung* unterstützen, also automatisch alle Arbeitsversionen des Dokuments archivieren. Dies ermöglicht, dass jede Dokumentversion wiederhergestellt werden kann – was nicht nur bei kollaborativer und verteilter Arbeit an einem Dokument viele Vorteile mit sich bringt. Dateiformate unterstützen dieses Feature in der Regel nicht, es muss also vom verwendeten System, bzw. Programm, bereitgestellt werden, mit dem die Daten bearbeitet oder verwaltet werden. So bietet z.B. der SCORM-Standard zur Speicherung von E-Learning-Inhalten keinerlei Möglichkeiten der versionierten Speicherung (ebenso wenig wie die Spei-

cherung der Inhalte ohne Formatierung), weshalb es auch nicht besonders gut als Format zur Archivierung von Lerninhalten (mit den oben vorgestellten Eigenschaften) dienen kann.

Für die Anwendung im MINT-Bereich eignet sich XML sehr gut, da spezielle Inhaltstypen in besonderer Form in den Daten repräsentiert werden können. Beispielsweise können hier mathematische Formeln angeführt werden, die in einer (eigenen) textbasierten Beschreibungssprache gespeichert werden, wie z.B. LaTeX oder MathML. Auf diese Weise können sie durch Konvertierung ins spätere – webtaugliche – Ausgabeformat transformiert werden. Ebenso können via Konvertierung Inhalte aus LaTeX-Dokumenten (= stellen in naturwissenschaftlichen Fächern einen Textverarbeitungsstandard dar) übernommen werden. Erste Ansätze dazu bietet z.B. das Mumie-Projekt<sup>236</sup>, das E-Learning für Mathematik anbietet und Konverter für diese Fälle entwickelt hat: LaTeX nach XML, XHTML und MathML.

Es kann zusammenfassend festgehalten werden, dass XML zur Speicherung von Lerninhalten für MINT ideal geeignet ist, da es hierarchisch strukturierte Daten ohne Formatierung als wiederverwendbare Datenstruktur abbilden kann und auch die Speicherung besonderer Daten möglich ist. Zudem ist es für eine Abbildung flexibler verfügbarerer Inhalte (Lernobjekte, verschiedene Niveaus, etc.) im Rahmen der Aus- und Weiterbildung für das Lebenslange Lernen prädestiniert. Zwar stellt sich an der Speicherung in XML-Strukturen als nachteilig heraus, dass die Daten immer erst nach einer erneuten Bearbeitung bzw. Transformation (z.B. nach HTML) wieder „richtig“ formatiert dargestellt werden können. Allerdings ist eine in den meisten Fällen ohnehin notwendige Konvertierung unproblematisch, da XML-Daten sehr gut automatisiert weiterverarbeitet werden können.<sup>237</sup>

### III.7.5.3. Autorenwerkzeuge zur Erstellung von E-Learning-Inhalten

Unter Autorenwerkzeugen werden diejenigen Softwaresysteme verstanden, die Autoren zur Erstellung von Lerninhalten dienen. Im Allgemeinen werden dazu (den Autoren bereits bekannte) Textverarbeitungsprogramme verwendet, welche die Bearbeitung gegliederter Dokumente im „**WYSIWYG**“-Modus erlauben. Dabei bezeichnet „**What You See Is What You Get**“ einen Bearbeitungsmodus, bei dem die Texte bereits während der Erstellung so formatiert angezeigt werden wie sie z.B. in einer späteren Druckausgabe aussehen würden – heute ist dies der Standard bei allen gängigen Office-Programmen wie z.B. Microsoft Word<sup>238</sup> oder Open Office Writer<sup>239</sup>. Im Gegensatz dazu wird z.B. bei LaTeX in der Regel mit einem Text-Editor ein Quellcode bearbeitet, der für die Druckansicht erst interpretiert werden muss.

<sup>236</sup> <https://www.mumie.net/>, abgerufen am 28.03.2012

<sup>237</sup> Vgl. Lucke et al. 2005, S. 143

<sup>238</sup> Microsoft Word, <http://office.microsoft.com/de-de/word/>, abgerufen am 17.05.2012

<sup>239</sup> Open Office Writer, <http://www.openoffice.org/>, abgerufen am 17.05.2012

Prinzipiell kann jedes Programm als **Autorenwerkzeug** verwendet werden, sofern es diese allgemeinen Anforderungen an Autorenumgebungen erfüllt:<sup>240</sup>

- Einfache und intuitive Bedienung: Im Idealfall ein bereits bekanntes Produkt
- Möglichkeit zur Erstellung eines gegliederten Dokuments
- Versionierungssystem: (Automatisches) Speichern von verschiedenen Versionen des Inhalts. Einerseits zur Sicherung und andererseits bei verteilten, gemeinsamen Arbeiten an einem Dokument sinnvoll (vgl. dazu die Textverwaltung der Online-Enzyklopädie Wikipedia, bei der einfach zu allen Vorgängerversionen zurückgekehrt werden kann)
- Plattformunabhängigkeit: Im Idealfall steht die Software für jede Plattform oder sogar webbasiert zur Verfügung
- Support: Schnelle Hilfe zur Benutzung muss gewährleistet sein
- Gute Akzeptanz und geringer Umstiegsaufwand, falls neues Produkt verwendet wird.

Es gibt eine Vielzahl an (Open Source-) Softwaretools, welche diese Eigenschaften erfüllen. Somit ist es im Rahmen der Umsetzung einer E-Learning-Lösung im Allgemeinen nicht ratsam, selbst ein neues Autorenwerkzeug zu entwickeln! Es sollte auf eine bestehende Software zurückgegriffen werden, die sich am besten in die konkrete Situation einfügen lässt: Arbeiten beispielsweise alle Autoren bereits mit Microsoft Word, dann sollte dieses auch als Autorenwerkzeug im Rahmen der Erstellung der E-Learning-Inhalte benutzt werden. Ist die Wahl des Systems noch offen, kann man sich neu orientieren (da sich ohnehin alle Autoren neu einarbeiten müssen) und z.B. ein System wählen, bei dem die Konvertierung der Inhalte einfach durchgeführt werden kann oder aber eine webbasierte Lösung, die als Standard bereits im gewählten LMS zur Verfügung steht.

Ist kein XML-Zwischenformat geplant, ist die Konsequenz, dass es für jedes Autorenwerkzeug eine Transformationsmöglichkeit in das Ausgabeformat geben müsste – was sowohl aufwendig ist und neben der Speicherung im Autorenformat an sich auch keine weitere Archivierung oder Versionierung erlaubt. Da die Lerninhalte im Rahmen der zu entwickelnden E-Learning-Software gemäß des Single-Source-Publishing-Ansatzes publiziert werden sollen, müssen sie in das XML-Speicherformat übertragen werden. Die oben angegebenen Office-Programme tun dies nicht; sie speichern die Inhalte entweder in einem eigenen (intern teilweise XML-ähnlichen) Format („doc“, „docx“ bzw. „odt“) oder auch als XML, das allerdings aufgrund diverser unnötiger Meta- oder Format-Informationen innerhalb der erzeugten XML-Struktur nicht direkt weiterverwendet werden kann und somit konvertiert werden muss (vgl.

---

<sup>240</sup> Eigene Darstellung, vgl.dazu auch Ehlers et al. 2003, S. 132f und vgl. Rey 2009, S. 132ff

III.7.5.5). Um diesen Schritt zu sparen, müsste das Autorenwerkzeug idealerweise schon das Erstellen, Bearbeiten und Speichern der Inhalte in der gewünschten XML-Struktur unterstützen (wie z.B. Adobe Framemaker<sup>241</sup>, wenn spezielle Konvertierungsskripte beim Speichern eingesetzt werden). Tabelle 9 zeigt einen Vergleich von Autorenwerkzeugen, die E-Learning-Inhalte entweder in einem eigenen Format oder direkt in einem XML-Format abspeichern können.

Über Konvertierung zu XML	Direkt mit XML
Microsoft Word (Microsoft Office-Paket)	Adobe Framemaker
Open Office Writer (Open Office.org)	Adobe Authorware
Word Perfect Office	Sana EasyGenerator
Softmaker Office	eLML+Firedocs (Uni Zürich)
Diverse weitere...	IDEA Professional (Link + Link GmbH)
	Learn eXact (Imc AG/Giunti Labs)
	LearnCube (OutStart Inc.)
Falls WYSIWYG nicht gefordert:	Lectora (Trivantis)
Sehr viele Texteditoren	ToolBook (SumTotalSystems Inc)
	W3L (W3L GmbH)
	XMetaL Enterprise (JustSystems)
	XML.Suite (Pro Lern Beratungsgesellschaft mbH)

**Tabelle 17: Vergleich von Autorenwerkzeugen zur Erstellung von E-Learning-Inhalten<sup>242</sup>**

Die oben angeführten Autorenwerkzeuge sind lokal installierte Applikationen. Ebenso gibt es mittlerweile aber auch eine Vielzahl von webbasierten Angeboten: So finden sich alle großen Office-Pakete auch als Webanwendung im Internet (wie z.B. Google Docs/Apps/Drive<sup>243</sup> oder Microsoft Office Web Apps<sup>244</sup>). Diese werden im Webbrowser ausgeführt, speichern die Daten auf dem Webserver oder in Cloudservices, werden ansonsten aber wie die lokale Software verwendet und haben meistens auch die gleiche Benutzeroberfläche. Allerdings ist hier eine reibungslose Speicherung oder Übertragung der Inhalte zum lokalen System oder zum E-Learning-Server derzeit eher umständlich, bzw. nicht auf direktem Wege möglich. Abschließend kann festgestellt werden, dass die Wahl des Autorenwerkzeugs anhand der oben aufgeführten Eckpunkte nur vage reglementiert ist, allerdings eine genaue Berücksichtigung der Anforderungen an das Ausgabeformat dieser und natürlich der Präferenzen der Autoren sehr empfehlenswert ist.

<sup>241</sup> Adobe Framemaker, <http://www.adobe.com/products/framemaker.html>, abgerufen am 18.05.2012

<sup>242</sup> Eigene Darstellung.

<sup>243</sup> <http://www.google.com/intl/de/drive/start/apps.html#product=docs>, abgerufen am 20.11.2012

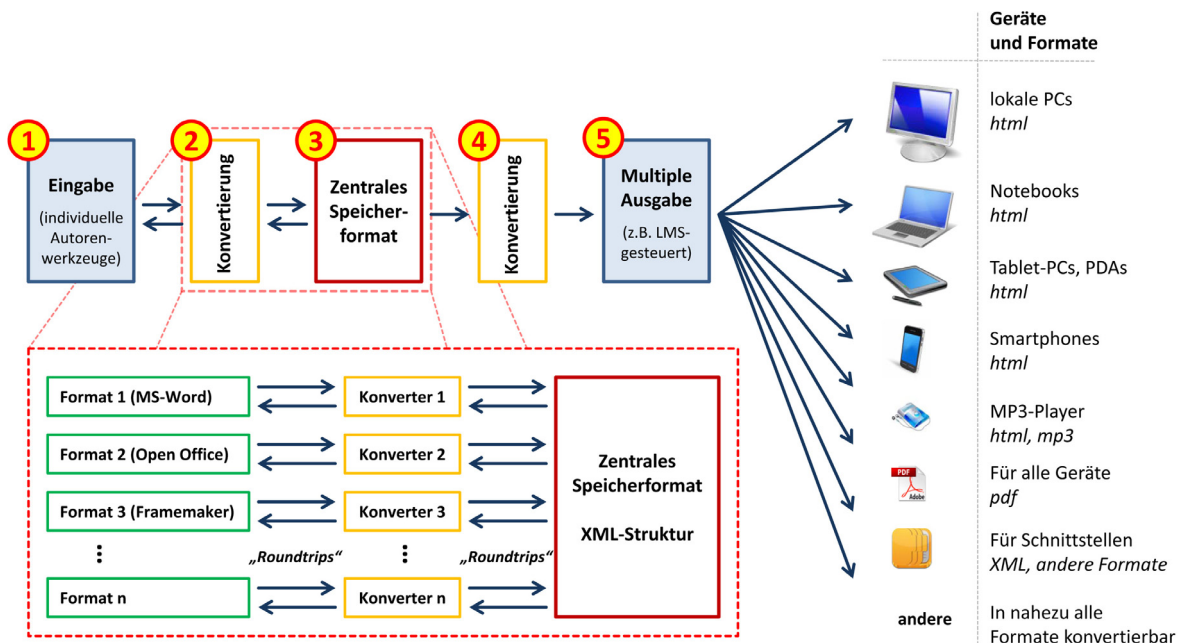
<sup>244</sup> <http://office.microsoft.com/de-de/web-apps/>, abgerufen am 21.11.2012

#### III.7.5.4. Aufbereitung der Lerninhalte für eine reibungslose Konvertierung

Ziel der Bearbeitung der **Lerninhalte** im Autorenwerkzeug ist es, die Datengrundlage für eine automatisierte Weiterverarbeitung – zunächst nach XML und dann in ein Ausgabeformat – zu ermöglichen (vgl. III.7.5.1). Damit die Transformation anhand der Konverter allerdings funktioniert, müssen die Dokumente/Lerninhalte bestimmten Richtlinien entsprechen: Sie müssen für die Konverter aufbereitet sein, also eine entsprechende **Formatierung** aufweisen. Denn damit ein Softwarekonverter die Struktur eines Inhalts erkennen kann, muss diese anhand von Metadaten kenntlich gemacht werden. So müssen z.B. Überschriften, Gliederungsebenen oder andere Auszeichnungen (fett, kursiv, Formeln, Quellcode, Abbildung, etc.) auch als solche markiert sein. Konkret bedeutet das beispielsweise, dass innerhalb eines MS Word oder Open Office Writer-Dokuments bei der Bearbeitung des Dokuments gliederungsrelevante Überschriften durch Formatvorlagen wie „Überschrift 1, Überschrift 2, etc.“ erstellt werden müssen – was bei der professionellen Verwendung dieser Anwendungen aber ohnehin der Fall ist. Die Konverter können dann eine bestimmte Menge dieser „Formatinformationen“ auslesen und anhand dieser die Daten im XML strukturieren. Um Autoren die Arbeit zu erleichtern und Probleme bei der späteren Konvertierung abzuwenden, sollten Anleitungen und Datei-Templates, welche die „richtige“ (konverterkonforme) Erstellung und Bearbeitung zeigen, für ihr jeweiliges Autorenwerkzeug erzeugt und diesen zur Verfügung gestellt werden.

#### III.7.5.5. Konvertierung von Lerninhalten

In Abschnitt III.7.5.1 wurde das Prozessschema des Single-Source-Publishing-Ansatzes vorgestellt, das den „Weg“ eines Dokuments, bzw. Lerninhalts, von der Erstellung mit dem Autorenwerkzeug (1.), die Überführung in das XML-Speicherformat (2. und 3.) und die Überführung ins Ausgabeformat (4. und 5.) skizziert hat. Dabei wurde deutlich, dass der Lerninhalt bei jedem dieser drei Stationen jeweils in einem anderen Dateiformat vorlag. Wurde das Lernobjekt vom Autor beispielsweise mit Open Office Writer erstellt, lag es zunächst als „ODT“ (OpenDocument für Texte) vor. Durch Konvertierung wurde es nach „XML“ überführt, um schließlich in einem zweiten Konvertierungsschritt für die Bildschirmausgabe im Browser in „SCORM“ bzw. „HTML“ oder zum Ausdrucken nach PDF transformiert zu werden (vgl. Abbildung 24).



**Abbildung 24: Konvertierung von Lerninhalten zur Ausgabe auf heterogenen Endgeräte<sup>245</sup>**

Innerhalb dieses Schemas gibt es also zwei Konvertierungsschritte: Vom Autorenwerkzeug hin zum XML und vom XML weg zum Ausgabeformat. Diese Softwaremodule müssen im Rahmen der Umsetzung des E-Learning-Systems jeweils selbst entwickelt werden – „bewährte Lösungen von der Stange“ gibt es in diesem sehr speziellen Bereich im Allgemeinen nicht.

### Konverter 1: Autorenwerkzeug $\leftrightarrow$ XML (Roundtrip) (in der Abbildung Schritt Nr. 2)

Ausgangspunkt der Entwicklung eines solchen Konverters ist das Speicherformat des Autorenwerkzeugs. Im Beispiel von Open Office Writer ist das „ODT“. Der Konverter ist nun eine Software, welche die Datei einliest, nach unterstützten Strukturen und Formaten (z.B. aus Formatvorlage „Überschrift 1“) sucht und diese dann – gemäß der in der Definitionsdatei (DTD) spezifizierten Struktur – in einer XML-Datei speichert. Dabei entsteht eine Datei mit strukturierten Daten, die durch einen XML-Parser und einen XML-Validator auf Wohlgeformtheit und Validität geprüft wird. Je nachdem, welche Elemente zur Erkennung durch den Konverter und Speicherung im XML vorgesehen sind (diese sind analog als Sprach-, bzw. Auszeichnungselemente, im DTD hinterlegt), ist die Konvertersoftware entsprechend umfangreich – so sollen aber ja auch alle gängigen Inhalte erkannt werden. Beispiele hierfür sind Gliederung und Überschriften, Schriftgrößen, Formatierungen, Bullet-Lists/„Spiegelstriche“, Formeln, Tabellen, Quellcodes, etc.

<sup>245</sup> Eigene Darstellung. Eine konkrete Umsetzung findet sich im TIO-Prototyp (vgl. IV.2.4.3).

Da ein Vorteil des Single-Source-Ansatzes darin liegt, dass es nur noch einen zentralen Speicherplatz für die jeweils aktuellste Version eines Dokuments gibt – als XML auf dem Server –, muss aus diesem zu jeder Zeit wieder das Ausgangsdokument erstellt werden können. D.h. aus dem XML muss im Umkehrschluss auch wieder der Inhalt im ODT-Format erstellbar sein. Diese Funktionalität wird als **Roundtrip** bezeichnet (vgl. dazu auch Abbildung 24). Dieser ist „verlustfrei“, wenn bei der mehrmaligen Konvertierung in beiden Richtungen keine Metainformationen verloren gehen. Sollen mehrere verschiedene Autorenwerkzeuge unterstützt werden, ist jeweils ein eigener weiterer Konverter zu implementieren (im Einzelfall muss Notwendigkeit und Aufwand abgeschätzt werden!). Für die Realisierung der Konverter bieten sich Programmiersprachen an, die gute Mechanismen zur Arbeit auf Datendateien (mit regulären Ausdrücken) aufweisen, objektorientiertes Programmieren ermöglichen, ggf. Packages mit Funktionalitäten zur einfacheren Erstellung von XML-Dateien bereithalten und im geplanten Serverumfeld performant lauffähig sind, z.B. Skripte in PHP und Pearl oder Javaprogramme.

#### **Konverter 2: XML → Ausgabeformat(e) (in der Abbildung Schritt Nr. 4)**

Ausgehend vom XML-Speicherformat ist die Aufgabe von Konverter 2, Lerninhalte in verschiedene Ausgabeformate zu transformieren. In der Regel werden dies z.B. SCORM-Pakete (einfach gesagt, sind das ZIP-Dateien mit XML-Inhaltsverzeichnis und Lerninhalten in Form von formatierten HTML-Dateien), HTML-Dateien optimiert für lokale oder mobile Browser und eine Print-Version des Gesamtskripts (bestehend aus allen Lernobjekten) im PDF-Format sein. Prinzipiell muss der Konverter dafür die XML-Daten parsen und z.B. anhand von XSL Transformation (XSLT, XSL: Extensible Stylesheet Language) in ein anderes Format übertragen. Dies ist zwar während der Laufzeit in einem Webbrowser möglich, bei dem die XML-Daten anhand des XSL interpretiert werden, für die Weiterverwendung im Rahmen der E-Learning-Anwendung müssen die XML-Daten aber natürlich physisch vorliegen. Prinzipiell muss der Konverter also eine Software sein, die das Lesen der XML-Daten, die Interpretation, bzw. Formatierung, dieser mittels XSL und das abschließende Schreiben dieses Ergebnisses in einer Datei oder mehreren Dateien ermöglicht. Natürlich ist es in der Realität weniger trivial, da das Vorhandensein unterschiedlicher Seiten, Lernobjekte und Kapitel (vor allem aber Verknüpfungen zwischen diesen) berücksichtigt werden muss, eingebundene oder externe Medienquellen und Verlinkungen zu überprüfen sind, spezielle Ausgabestylesheets angewendet werden müssen und all das dann auf SCORM-/HTML- oder PDF-Dateien abgebildet werden muss. Damit auf diese Weise erstellte Lerninhalte später auch mittels Textsuche nach Stichwörtern durchsucht werden können, ist ein eigener Suchindex zu berücksichtigen, der aufbauend auf den generierten HTML-Dateien erstellt werden kann. Als Programmierspra-

chen bieten sich hier alle diejenigen an, die anhand eigener vorgefertigter Packages das Arbeiten und Manipulieren von XML-Dateien ermöglichen und im Serverumfeld performant lauffähig sind (z.B. Java, PHP, etc.). Ein Realisierungsbeispiel für Konverter und Single-Source-Ansatz zeigt Abschnitt IV.2.4.3.

#### **III.7.5.6. Diskussion des Single-Source-Ansatzes für E-Learning**

Das Bereitstellen verschiedener Konverter eröffnet vielfältige Möglichkeiten der Erstellung, Speicherung, flexiblen Ausgabe und einer potentiellen Weiter-/Wiederverwendung der Inhalte. Da das Single-Source-System modular aufgebaut ist, können beliebige Konverter ergänzt und so auch neue Anforderungen an das System berücksichtigt werden. Allerdings soll nicht verschwiegen werden, dass die Entwicklung von derartigen Konvertern sehr aufwendig ist und sich je nach unterstützten Dateiformaten potenziert! Dabei entstehen bei der Entwicklung von Konverter 1 (ggf. auch mehrerer) in der Regel größere Probleme, da dieser auf Quellformate angepasst werden muss, die in der Regel nur unzureichend dokumentiert sind, sich nicht immer an „Standards“ halten und sich bei einem Update des Autorenwerkzeugs auch oft derart stark verändern, dass eine Anpassung des Konverters notwendig wird. Im Fall von Konverter 2 ist es etwas einfacher, da die Ausgangsdaten immer valides und wohlgeformtes XML sind und auch die Ausgabeformate HTML und PDF sehr strukturiert und gut dokumentiert sind. Ist die Entwicklung derartiger Konverter geplant, muss einerseits viel Zeit für Tests und das Zusammenspiel der Konverter aufgewendet werden. Andererseits muss aber auch die „konverter-konforme“ Aufbereitung, bzw. Formatierung, der Inhalte geprüft und ggf. angepasst werden. Obwohl der entstehende Aufwand nicht zu verachten ist, bildet das Ergebnis – Konverter für die Umsetzung eines kompletten Single-Source-Ansatzes – die obligatorische softwaretechnische Grundlage einer innovativen E-Learning-Anwendung für das 21. Jahrhundert, die selbstverständlich bereits die Weichen für innovative Lernszenarien und den breiten Einsatz von M- und U-Learning gestellt hat.

#### **III.7.6. Softwaregrundlage – Struktur, Standards und Eigenentwicklungen**

Die Auswahl zu verwendender Techniken, Softwarepakete und die Berücksichtigung von Standards zur Erreichung der zuvor definierten Ziele ist ein wichtiger Schritt im Rahmen der Umsetzung von E-Learning-Projekten, da an dieser Stelle viele Weichen für die Zukunft, insbesondere für einen reibungslosen und nachhaltigen Betrieb, gestellt werden. Eine Orientierung an technischen und inhaltlichen Standards ist dabei ebenso empfehlenswert<sup>246</sup>, wie die Berücksichtigung von Zielgruppeninteressen (vgl. III.4). Als Zusammenfassung ergaben sich

---

<sup>246</sup> Häfele 2004, S. 12



daraus Anforderungen an das Gesamtsystem (vgl. III.7.1) und bereits detaillierte Ausprägungen (vgl. III.7.4) und Restriktionen für das zu entwickelnde System, da die Anforderungen untereinander entsprechende Abhängigkeiten aufwiesen (vgl. VI.1.1.2). Aus diesen Anforderungskatalogen oder verbal beschriebenen „Wunschlisten“ kann eine Entwicklungsspezifikation für die Entwicklung erstellt werden. Dies soll hier in graphischer Form geschehen – so zeigt Abbildung 25 einen Überblick über den Aufbau des Gesamtsystems:

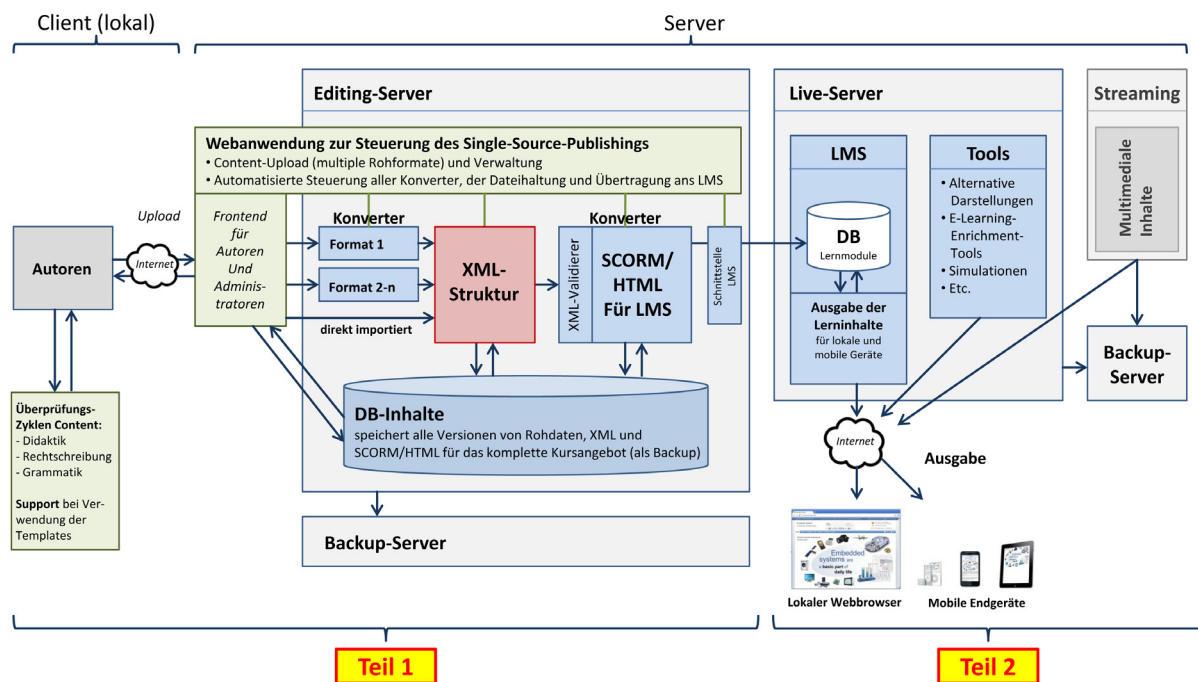


Abbildung 25: Überblick über den Aufbau des Gesamtsystems<sup>247</sup>

Bereits auf den ersten Blick ist die stark modulare Struktur des Systems zu erkennen, die durch die beiden grundlegenden Softwareteile begründet wird:

- **Teil 1 – Inhaltserstellung nach dem Single-Source-Publishing-Prinzip:** Softwaretechnische Verknüpfung von Autorenwerkzeug/en, zentraler Speicherung und Verwaltung der Lerninhalte im XML-Format, Konvertierung in heterogene Ausgabeformate
- **Teil 2 – Durchführung des Lehrbetriebs:** Verwaltung der Kurse, Studierenden und Auslieferung der Lerninhalte

Da viele der für das Gesamtsystem gewünschten Funktionalitäten bereits in Form von Open Source Software verfügbar sind, sollte während der Realisierung versucht werden, auf derartige Ressourcen zurückzugreifen. In der Regel können bestehende Softwareteile so mit Eigenentwicklungen kombiniert werden, dass sich das Ergebnis trotzdem „wie eine Anwendung anfühlt und verhält“ – allerdings mit deutlich geringerem Aufwand, als wenn alles selbst hätte

<sup>247</sup> Eigene Darstellung.

entwickelt werden müssen. Falls rechtlich möglich, sind fortschrittliche Entwicklungen (z.B. Plugins) wiederum der Open Source Community zur Verfügung zu stellen.

### **Kombination von Eigenentwicklungen und LMS**

Teil 1 der Software (siehe Abbildung 25) muss nahezu komplett selbst entwickelt werden, da sich aufgrund der starken Spezialisierung kaum fertige Lösungen finden lassen werden, die exakt den geplanten Zielen entsprechen. Allerdings können Teile der Konverter (wie z.B. die Behandlung und Erstellung von XML, PDF oder HTML) mit Open Source Packages angereichert werden. Entsprechende Beispiele zeigen die praktische Umsetzung im Abschnitt IV.2.4.3. Ist eine Realisierung der Konverter wie oben angegeben erfolgt, liegen die Konverter als einzelne Softwareteile vor, die bislang nicht über eine Benutzeroberfläche verfügen dürften. D.h., sie müssen manuell (an der Kommandozeile) gestartet werden. Ebenso wenig werden Lerninhalte automatisch übertragen oder gespeichert. Sind die Autoren gleichzeitig Informatikexperten, könnte eine derartige Lösung hinreichend sein. Für alle anderen Fälle ist eine Webanwendung notwendig, die den Single-Source-Publishing-Ansatz mit allen notwendigen Features abbildet und die Autoren beim Speichern der Inhalte auf dem Server, bei der Konvertierung und bei der Veröffentlichung der Dokumente unterstützt – im Idealfall ist das so einfach, dass dies mit wenigen Mausklicks (automatisiert) erledigt ist und keinerlei tiefergehende technische Kenntnisse erforderlich sind. Eine solche Webanwendung ist in der Regel nicht schwierig zu entwickeln, da sie neben einer Nutzerverwaltung lediglich die versionierte Speicherung der Inhalte sicherstellt, die Konverter anspricht, das Kopieren der Roh-, XML- und Ausgabedaten organisiert und ein Logging-System für etwaige auftretende Fehler bei einer dieser Aufgaben bereitstellen muss. Wie dies aussehen kann, zeigt die Realisierung in Abschnitt IV.2.4.2.

Die Bereitstellung der Software in Teil 2 (siehe Abbildung 25) ist deutlich einfacher zu bewerkstelligen, handelt es sich hierbei doch um das Kompetenzfeld eines LMS. In der Regel wird man sich für die Durchführung der Lehrveranstaltungen also für ein gängiges (Open Source) LMS entscheiden und dieses anhand von Plugins oder Eigenentwicklungen an die eigenen Vorstellungen anpassen. Dabei ist zu beachten, dass das gewählte LMS mit dem zuvor entwickelten Single-Source-Ansatz kombinierbar ist. Aufgrund der Standardisierung unterstützen aber nahezu alle LMS das SCORM-Format, das von den Konvertern des eigenen Single-Source-Systems bei entsprechender Umsetzung relativ einfach erzeugt werden kann. Bezüglich der Entscheidung für ein spezielles LMS sind verschiedene Punkte zu berücksichtigen: Aus der Kosten-Nutzen-Sicht empfiehlt sich der Einsatz von Open Source Software-Lösungen. Diese bieten verschieden Vorteile, die sich teilweise in der Gesamtkostenrechnung des Projekts widerspiegeln werden. So fallen z.B. für Open Source Software keine Lizenz-

oder Nutzungsgebühren an und es bietet sich die Möglichkeit, auf der vorhandenen Softwarebasis weiterzuentwickeln. Da moderne Softwaresysteme modular aufgebaut sind, können individuelle Facetten und Anforderungen an die Software (einfacher) hinzugefügt werden. Aus technischer Sicht sollte ein System Verwendung finden, das bereits eine Weile auf dem Markt ist (die „Kinderkrankheiten“ also bereits beseitigt wurden), über eine genügend große und aktive Entwicklercommunity (relevant für Weiterentwicklung der Software und von Plugins) sowie über einen forumbasierten Support verfügt und für das es regelmäßige (Sicherheits-) Updates gibt. Weiterhin ist vor der Wahl des LMS zu prüfen, welche Systeme den eigenen Anforderungen am nächsten kommen. Im hier dargestellten Fall ist also insbesondere zu prüfen, inwieweit die speziellen Anforderungen des MINT-Bereichs abgedeckt werden. Im Allgemeinen wird sich diese Diskussion auf die Überprüfung beschränken, ob alle „speziellen Inhaltstypen“, wie z.B. Formeln, darstellbar sind und wie dies geschehen soll. Da die Lerninhalte hier aber durch ein eigenes System erstellt werden und bei der Konvertierung ins Ausgabeformat insbesondere auch Anpassungen hinsichtlich der Darstellung von Formeln und Symbole möglich sind (z.B. durch Hinzufügen von Javascript, vgl. III.7.7.1), ist dies in diesem besonderen Fall keine Anforderung an das LMS. Ein Großteil der weiteren Anforderungen wird von aktuellen Systemen recht gut abgebildet, eine Anpassung ist im Allgemeinen nur bei sehr speziellen Wünschen notwendig. Im hier vorgestellten Kontext wurde Teil 2 des Gesamtsystems mit dem LMS ILIAS<sup>248</sup> umgesetzt, das alle oben aufgeführten Punkte in Bezug auf die Open Source Softwaregrundlage unterstützt und durch seinen modernen und modularen Aufbau gut für die vielen individuellen Anpassungen im Rahmen der Zielsetzung MINT und dem Lebenslangen Lernen geeignet ist. Die konkrete Einbindung von ILIAS in die Gesamtsoftware zeigt Abschnitt IV.2.4.6.

### Auswahl und Einsatz von Datenbanksystemen

Ein Kernelement einer Webanwendung ist eine Datenbank zur Speicherung von Nutzer-, Verwaltungs- oder sonstigen Arbeitsdaten. Am Markt gibt es vielfältige heterogene Systeme mit unterschiedlichsten Eigenschaften, Vor- und Nachteilen – die Auswahl des zu verwendenden Systems sollte daher gründlich getroffen werden. In der Regel orientiert sie sich zunächst an der Art oder dem Typ der Daten, die gespeichert werden sollen: Sind das überwiegend Text, Zahlen, Binärdaten, Objekte, etc.? Für den Betrieb von Anwendungen im World Wide Web haben sich überwiegend relationale Datenbanken durchgesetzt, zumeist werden Open Source-Distributionen verwendet, wie z.B. MySQL (relational) oder PostgreSQL<sup>249</sup> (objektrelational). Weiterhin orientiert sich die Auswahl der Datenbank an anderen Restrikti-

---

<sup>248</sup> <http://www.ilias.de/>, abgerufen am 04.02.2013

<sup>249</sup> <http://www.postgresql.de>, abgerufen am 05.07.2012

onen, wie z.B. der reibungslosen Unterstützung anderer Softwareteile (LMS) oder der Nutzung von am Fachbereich oder in der Institution gängigen Systemen (ggf. bestehender Lizenzen kommerzieller Produkte). Grundsätzlich ist bei der Entwicklung der Gesamtsoftware im Rahmen der objektorientierten Programmierung empfehlenswert, eine eigene Klasse oder ein eigenes Modell für Datenbankzugriffe zu entwickeln. Durch diese Kapselung ist ein Aktualisieren oder Tauschen des zugrundeliegenden Datenbanksystems möglich, ohne dass alle weiteren Softwaremodule angepasst werden müssen.

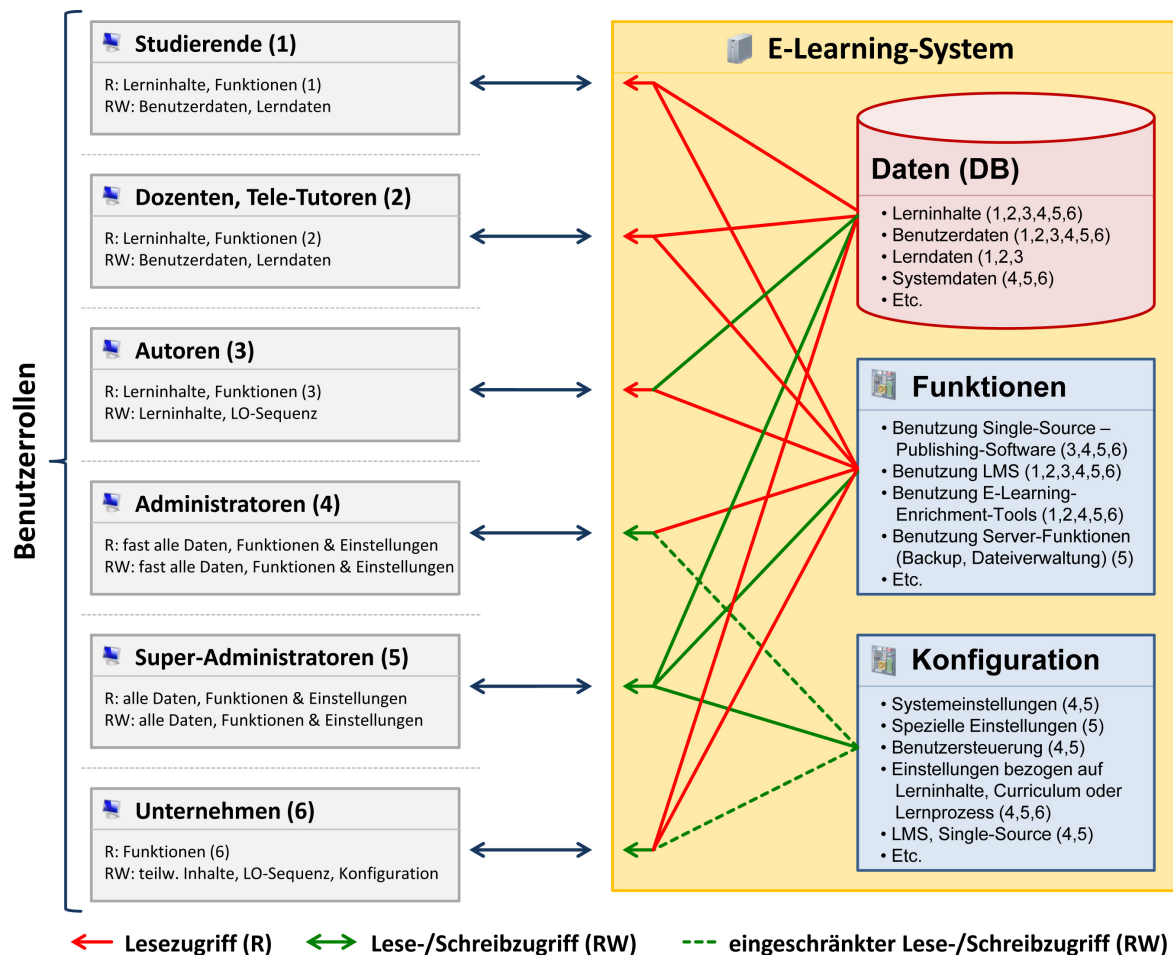
Bezüglich der Softwaregrundlage für das E-Learning-System kann also festgestellt werden, dass eine monolithische Softwarelösung vielleicht einfacher zu handhaben wäre. Speziell auf die eigenen Wünsche zugeschnittene Systeme aber eher modular aufgebaut sein müssen und so die Flexibilität bieten, verschiedenste Funktionalitäten problemlos zu erweitern und in einem System zu kombinieren. Dies birgt zwar den Nachteil, dass diese Teile in der Entwicklung aufwendiger sein und nicht immer sofort reibungslos zusammen funktionieren werden. Dieser Aufwand lohnt allerdings in Anbetracht der so entstehenden Möglichkeiten der Ausgestaltung – bei einer Entwicklung für den MINT-Bereich, der viele eigene Anforderungen stellt (vgl. III.2) – allemal.

Auf diese Weise entsteht ein viele Funktionalitäten umfassendes, modulares System. Für die späteren Benutzer werden diese vielfältigen Softwareschichten in der Regel aber verborgen bleiben. „Nach außen“ zeigen sich, je nach Benutzerrolle, unterschiedliche Ansichten des Systems, wobei all diese in lokalen oder mobilen Webbrowsern angezeigt werden (sollen). Für Benutzer eines solchen Systems können z.B. folgende Rollen spezifiziert werden:

- **Studierende:** „Kunden“ des Systems, die Lerninhalte angezeigt bekommen („normale“ institutionelle Lerner oder Weiterbilder aus Unternehmen)
- **Dozenten, E-Tutoren:** Begleiten die Lehrveranstaltungen (Präsenz- und/oder Online-phase)
- **Autoren:** Erstellen Inhalte und stellen diese dem System zur Verfügung
- **Administratoren** (aus Institutionen oder Unternehmen): Verwalten Studierende und Lerninhalte, steuern die Lernprozesse, etc.
- **Super-Administratoren:** Beeinflussen Eigenschaften auf Systemebene

Grundsätzlich geht man bei der Benutzung des Gesamtsystems von unterschiedlichen Teilen aus: Das **Frontend** soll hier der öffentliche Teil des Systems sein, auf den die Studierenden (gleichwohl nach einer Anmeldung) Zugriff haben und in dem sie alles für den Lernprozess Notwendige vorfinden. Im Vergleich dazu ist das **Backend** der Teil des Systems, der den

Administratoren für die Einstellungen „im Hintergrund“ dient. In der Realität sind dies in der Regel die gleichen Webseiten, deren Funktionalitäten, bzw. Ansichten, sich aber durch die Rolle der Benutzer (siehe oben) unterscheiden. Für die Benutzung des Systems ergeben sich die in Abbildung 26 gezeigten Benutzungsszenarien.



**Abbildung 26: Benutzerrollen und nutzbare Front- bzw. Backendfunktionalitäten<sup>250</sup>**

Insgesamt besteht das System also aus Softwaremodulen, die im Hintergrund für die Funktionalität sorgen (Single-Source, Verwaltung, etc.), und aus browserbasierten Benutzungsoberflächen. Über das Backend wird das System von Administratoren verwendet/konfiguriert, Frontends dienen den Studierenden zum eigentlichen Online-Lernen. Auf welcher Technik diese Webanwendungen basieren (können), zeigen die folgenden Abschnitte.

### III.7.7.E-Learning-Techniken am Puls der Zeit

Was um das Jahr 1990 mit der Entwicklung der ersten Webseiten und Skripte begann, ist heute eines der umsatzstärksten Bereiche der Informatik – (mobile) Webanwendungen als Portale

<sup>250</sup> Eigene Darstellung.

für soziale Vernetzung, Kommunikation und Informationsaustausch, Werbung und E-Commerce. Die zugrunde liegenden Techniken ändern sich schnell, die Etablierung von Standards und bewährten Verfahrensweisen kann diesem Tempo kaum folgen. Für die Entwicklung einer innovativen E-Learning-Software gilt es daher nicht nur, etablierte Techniken zu verwenden und auf Standards zu setzen, sondern auch, technische Trends zu berücksichtigen sowie offene und flexible Lösungen zu schaffen, die eine spätere Justierung ermöglichen. Die im Rahmen der kompletten Umsetzung einer Blended E-Learning-Anwendung benötigten Softwareteile, Techniken und Entwicklungen beschreiben die folgenden Abschnitte.

#### **III.7.7.1. Darstellung der Lerninhalte - Userfrontend, Oberflächen und Usability**

Lerninhalte liegen innerhalb der E-Learning-Anwendung gemäß des Single-Source-Publishing-Ansatzes zunächst als Rohdaten im XML-Speicherformat vor und werden dann mittels Konvertern nach SCORM, bzw. HTML 5 und CSS, konvertiert (für jedes Endformat gibt es einen eigenen Konverter), bevor sie an das LMS übertragen werden. Dort liegen sie dann bereits optimiert für die Darstellung auf dem jeweiligen Display des Endgeräts des Clients oder für den Ausgabenzweck (PDF-Skript, Offline-Version der HTML-Seiten) vor.

Die Entwicklung von Oberflächen in HTML, CSS und Javascript (z.B. als Ajax und jQuery) ermöglichen heute vielfältige Layout-/Designvarianten und komplexe Funktionalitäten, die z.B. von Instruktions- oder Webdesignern entwickelt und implementiert werden können. Technisch ist dabei strikt auf eine valide Programmierung des Markups zu achten (gemäß des verwendeten Doctypes), da sich ansonsten schwerwiegende Probleme, sowohl in der Darstellung, als auch der erwarteten Funktionalität ergeben können. Ebenso ist das Design anhand einer DIV-Struktur umzusetzen und die Daten sind strikt von der Formatierung zu trennen – beides ist problemlos mit HTML und CSS möglich. Die Anreicherung des HTMLs mit bestimmten Tags (HTML5) und Metainformationen als Schritt in Richtung des semantischen Webs ist möglich. Tabellenlayouts dürfen nicht verwendet werden, da sie heutigen Ansprüchen nicht mehr entsprechen und auch im Hinblick auf die Barrierefreiheit – z.B. bei der Verwendung von Screenreadern – störend wirken. Die Lerninhalte an sich werden durch das LMS ausgeliefert, können aber zur Aufwertung der Oberfläche um die Funktionalität auf Client-Seite mit Javascript ergänzt werden. Hierbei ist auf eine saubere Programmierung zu achten, Frameworks wie jQuery vereinfachen die Entwicklung gängiger Features deutlich. Sowohl CSS als auch Javascript-Dateien sind extern anzulegen und aus dem HTML-Code zu verlinken. Insgesamt ist bei der Entwicklung von Oberflächen zu beachten, dass diese „Crossbrowser“-konform gestaltet sind (vgl. III.7.4)!

Im Kontext des MINT-Bereichs werden die Inhalte sowohl durch Abbildungen, alternative Darstellungen und „besondere Inhaltstypen“ angereichert sein. Hierbei sind eigentlich nur die folgenden beiden Richtlinien zu beachten:

- **Alles, was der Browser – ohne die Installation weiterer Plugins – anzeigen kann, darf verwendet werden.** Grundsätzlich kann von einer recht aktuellen Browserversion ausgegangen werden (< 1 Jahr), allerdings sind alle gängigen Browser zu unterstützen. Nicht verwendbar sind hier insbesondere Plugins wie Flash für Animationen und MathML für die Darstellung von mathematischen Formeln. Zu beachten sind hier insbesondere auch die Betriebssysteme der Endgeräte: z.B. gibt es für iOS-Geräte (iPhone, iPod, iPad) gar kein Flash-Plugin.
- Die Aufwertung des Inhalts mit Abbildungen (komprimierte Bildformate wie JPG oder skalierbare wie SVG/PNG verwenden) oder sonstigen Speicherplatzintensiven muss sich auch an der zur Verfügung stehenden **Bandbreite** orientieren. D.h., wird primär mit mobilen Endgeräten gerechnet, sollten die zu übertragenden Datenmengen gering gehalten werden.

MINT-Inhalte sind, wie bereits erwähnt, insbesondere auf „besondere Inhaltstypen“, wie **griechische Buchstaben, mathematische oder andere Symbole**, angewiesen. Da heutige Browser diese ohne ein MathML-Plugin in der Regel gar nicht darstellen können, dieses Plugin aber nicht für alle Webbrowser gleichermaßen zur Verfügung steht (nicht „crossbrowser“), behelf man sich bisher in der Regel mit Graphiken, die Formeln enthielten. Dieses Vorgehen hatte allerdings verschiedene Nachteile:

- sehr großes Datenvolumen (z.B. sehr viele Abbildungen in Skripten mit mathematischem Kontext, Abhilfe: Verkleinerung/Komprimierung, Problem siehe unten)
- Probleme bei der Korrektur oder Aktualisierung dieser Formeln (Ändern der Graphikdateien notwendig, speichern als Bild, erneutes Einfügen in die Lerninhalte, etc.)
- in der Regel schlechte Druckqualität beim Ausdrucken (wg. zu geringer Qualität, bzw. Auflösung – bedingt durch Komprimierung)
- Keine gute Möglichkeit der Skalierung im Browser (wg. zu geringer Qualität, bzw. Auflösung – bedingt durch Komprimierung)

Obwohl mathematische Formeln und andere spezielle Symbole nicht standardmäßig im Browser dargestellt werden können, sollten sie im Allgemeinen dennoch nicht in Form von Graphiken eingefügt werden. Geht es gar nicht anders, dann sollten zumindest skalierbare Vektorgraphiken, wie z.B. im SVG/EPS-Format, zum Einsatz kommen. Allerdings bietet sich

innerhalb des Browsers ein Workaround mittels Javascript an: „MathJAX“<sup>251</sup> ist ein plattformunabhängiges Tool (aktueller Browser vorausgesetzt), das derartige Zeichen und Formeln clientseitig rendern und darstellen kann, sofern diese zuvor in einer entsprechenden Beschreibungssprache hinterlegt wurden (z.B. LaTeX oder MathML). Diese Methode ist im Allgemeinen zu bevorzugen.

Beim Oberflächendesign sind stets Richtlinien von Usability und Barrierefreiheit zu berücksichtigen. **Barrierefreiheit** meint dabei, dass das Systems körperlich eingeschränkten Benutzern (z.B. Sehbehinderte) keine „Barrieren in den Weg stellt“, sondern diesen den Einsatz weiterer Hilfsmittel (z.B. Screenreader) durch eine entsprechend angepasste Programmierung ermöglicht. Benutzbarkeit oder **Usability**<sup>252</sup> wiederum ist ein Begriff aus dem Bereich Mensch-Computer-Interface-Gestaltung, bzw. Mensch-Computer-Interaktion (MCI), wonach Benutzerschnittstellen von digitalen Systemen anhand fester Attribute klassifiziert und bewertet werden: „Usability has multiple components and is traditionally associated with the five usability attributes: Learnability, Efficiency, Memorability, Errors, Satisfaction“<sup>253</sup>. Zur Bewertung von Oberflächen und Schnittstellen dient dabei das sogenannte „Usability Testing“ mit den folgenden Stadien:

- **Konzeptbewertung:** In der Konzeptphase bei völlig neuen Systemen
- **Designbewertung:** Wenn Funktionalität feststeht, kann das Design parallel zur Entwicklung hinsichtlich der Usability bewertet werden; z.B. durch Anordnung von Menüs, Buttons, etc.
- **Produktbewertung:** Prototypen oder fertige Software

Durchgeführt wird das Usability Testing z.B. anhand von Eye-Tracking oder heuristischen Methoden<sup>254</sup> (Auswahl: Einfache und natürliche Dialoge, die Sprache des Nutzers Sprechen, minimiere die Gedächtnisbelastung des Nutzers, Konsistenz, Feedback, Tastenkürzel, bzw. Shortcuts, genaue und konstruktive Fehlermeldungen, Fehlerprävention, Hilfe und Dokumentation).

Speziell für die Bewertung der Usability von Softwaresystemen gibt es zahlreiche Normensysteme und Werte aus dem Bereich der Softwareergonomie, wie z.B. „Shneiderman’s ,Eight Golden Rules of Interface Design‘“<sup>255</sup>, „EN ISO 9241-110 Grundsätze der Dialoggestal-

<sup>251</sup> <http://www.mathjax.org>, abgerufen am 13.05.2013

<sup>252</sup> Synonyme sind: Nutzbarkeit, Nützlichkeit, Nutzerfreundlichkeit, „einfache/intuitive Handhabung“

<sup>253</sup> Nielsen in Niegemann et al. 2004, S. 313

<sup>254</sup> Nielsen in Niegemann et al. 2004, S. 325ff

<sup>255</sup> <http://faculty.washington.edu/jtenenbg/courses/360/f04/sessions/schneidermanGoldenRules.html>, abgerufen am 14.08.2012



tung“<sup>256</sup>, „Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0“<sup>257</sup>. Wichtige Grundaussagen all dieser Richtlinien können so zusammengefasst werden: Einfachere Oberflächen sind in der Regel deutlich besser zu bedienen als sehr komplexe, Inhalte sollen präsentiert und nicht versteckt werden und das Design darf nie zulasten einer guten Lesbarkeit gehen (Farben, Kontraste, Schriftgrößen, etc.). Sofern man keine Expertenmeinung hinzuziehen kann oder will, lohnt ein Blick auf viel besuchte oder beliebte Webseiten (Google, Facebook, etc.). Denn so, wie es dort gemacht wird, ist es vielleicht auch nicht ideal, Benutzer werden sich aber durch das „Wiedererkennen“ und die regelmäßige „Übung“ damit zurechtfinden.

### III.7.7.2. Übungen, Tests und Seminare – Formen von Kommunikation

Die technische Umsetzung von Übungen und Tests ist in der Regel recht einfach, da aktuelle LMS diese Funktionalitäten entweder als Standard oder in Form von verfügbaren Plugins anbieten. Dazu zählen z.B. beim LMS ILIAS verschiedenste Möglichkeiten, um Tests (wie Multiple Choice oder Fragen mit Antworten zur Selbstkontrolle) in die Lerninhalte einzubinden. Natürlich können derartige Tests auch in die HTML-Lerninhalte integriert und dann mittels Javascript mit Funktionalität versehen werden.

Je nach thematischer und didaktischer Ausrichtung des speziellen Kurses sind vielfältige Formen von Übungen denkbar, wie z.B. Assessment oder Tests mit/ohne Bewertung, Fragen/Antworten, Text- oder Rechenaufgaben, Multiple-Choice, Projektaufgaben, etc. Im MINT-Bereich sollten vor allem Transferaufgaben zur Festigung von Faktenwissen und Übertragung dessen auf andere Kontexte zur Generierung von Kompetenzen im Mittelpunkt stehen. Sollten über die Möglichkeiten des LMS hinausgehende Funktionalitäten gefordert sein, können diese in Form von Plugins/Modulen entweder selbstständig entwickelt werden (bei ILIAS z.B. als PHP-Plugin) oder als externe Tools eingebunden werden, wie z.B. „WebAssign“<sup>258</sup>, eine Software für Hausaufgaben und deren Bewertung.

Sollen **Seminare und Diskussionen** innerhalb der Lernplattform umgesetzt werden, muss zunächst überlegt werden, welche konkreten Funktionalitäten dafür notwendig sind. Grundsätzlich wird es ausreichen, wenn man entsprechende Kommunikationsmittel vorsieht, über die Studierende ihre gemeinsame Arbeit planen und gestalten können. Während Diskussionen eher auf synchroner Kommunikation basieren und z.B. über **Videochats/Videokonferenz** oder **Chats** in Echtzeit erfolgen können, reicht es für Seminare in der Regel, asynchrone Kommunikationsmethoden vorzusehen. Denn hier liegt das Augenmerk eher auf der Doku-

---

<sup>256</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/EN\\_ISO\\_9241#EN\\_ISO\\_9241-110\\_Grunds.C3.A4tze\\_der\\_Dialoggestaltung](http://de.wikipedia.org/wiki/EN_ISO_9241#EN_ISO_9241-110_Grunds.C3.A4tze_der_Dialoggestaltung), abgerufen am 14.08.2012

<sup>257</sup> <http://www.w3.org/TR/WCAG/>, abgerufen am 14.08.2012

<sup>258</sup> <http://www.webassign.net>, abgerufen am 21.09.2012

mentation und dem Bereitstellen von Dokumenten. Dies kann in der Regel über ein (Web-) **Forum** erreicht werden, in dem einerseits Meinungen gepostet werden können, aber andererseits auch Dokumente angehängt und so ausgetauscht werden können. Generell sind dabei allerdings die Vor- und Nachteile dieser Kommunikationsmittel zu beachten. Bei *Chats* gilt grundsätzlich „Tippen ist langsamer als Sprechen“, also sollten für die synchrone Kommunikation eher Telefonate oder Videochats bevorzugt werden. Chats dokumentieren einerseits die Diskussion, sind aufgrund der stark komprimierten Inhalte und teilweise in Eile geschriebenen Textbrocken andererseits allerdings anfällig für Missverständnisse und Rechtschreibfehler. Die Interpretation der Nachrichten kann problematisch sein und der zeitliche Versatz fördert Konfusion, ein wahrer Diskurs, bzw. eindeutiger Diskussionsstrang, entsteht zumeist nicht – in diesem Fall wären Foren zu bevorzugen. Generell sind Chats eher geeignet für kurzfristige Absprachen, virtuelle Sprechstunden oder Coaching, für die Verbesserung von Fremdsprachenkenntnissen, zum gegenseitigen Kennenlernen oder um Feedbackrunden durchzuführen.<sup>259</sup>

Im Vergleich dazu lösen Foren viele Probleme der synchronen Kommunikation. Anders als beim Chat bleibt mehr Zeit zum Nachdenken und Formulieren, was einen positiven Einfluss auf die so generierten und dokumentierten Inhalte hat. Vorteile asynchroner Online-Diskussionen sind z.B.:

- „allows records of a participant’s written message to be kept in the virtual electronic ‘space’ for long periods of time
- increases accessibility and opportunities for interaction
- can break down social barriers
- encourages more thoughtful and reflective response“<sup>260</sup>

Nachteile von Foren aus Nutzersicht:

- „‘Procatination‘, der gelegentlich große Zeitversatz zwischen Beiträgen und Reaktionen, der einige Tage betragen kann, der sich aber durch klare Vorgaben und eine geübte Diskussionskultur vermeiden lässt
- ‚Keeping track of multiple discussions‘, ein Problem, das durch die Vermischung von Diskussionsfäden entsteht, wenn alle in einem einzigen Forum arbeiten, was sich aber leicht umgehen lässt, wenn man mit mehreren Foren in Umgebungen arbeitet, die thematisch getrennte Diskussionsstränge verwalten

---

<sup>259</sup> Vgl. Schulmeister, R. 2006, S. 162f

<sup>260</sup> Schulmeister, R. 2006, S. 165

- ‚Commenting just for the sake of participation‘, ein sozialpsychologisches Phänomen, das sich einer bestimmten Lernkultur verdankt und sich wohl ebenso wenig vermeiden lässt wie die ungebührlich passive Haltung einiger Teilnehmer im virtuellen Raum (‚lurking‘)<sup>261</sup>

Für die „normale“ (Verständigungs-) Kommunikation unter Kommilitonen oder den Teammitgliedern einer Seminargruppe reicht es aber im Großteil der Fälle aus, wenn auf einer Studierendenprofilseite einschlägige Kontaktadressen (wie z.B. E-Mail, Mobil-/Telefon, Skype, WhatsApp, Facebook, etc.) zur Verfügung stehen – die Kontakt- und Kommunikationsaufnahme wird (nicht nur bei „Digital Natives“) von ganz alleine beginnen.

Aus technischer Sicht bedeutet die Integration all dieser Kommunikationsformen ins E-Learning-System in der Regel keinen besonderen Aufwand. Sowohl Foren, als auch Chats sind bereits durch LMS-eigene Funktionalitäten oder Plugins abgedeckt. Sollten diese den eigenen Vorstellungen nicht entsprechen, gibt es eine Vielzahl anderer Lösungen (kommerziell/Open Source), die ins E-Learning-System integriert werden können (für Foren z.B. phpBB<sup>262</sup> oder vBulletin<sup>263</sup>). Sollten doch Eigenentwicklungen geplant sein, ist (insbesondere bei Online-Übungen und Tests) darauf zu achten, dass eine Zugangssteuerung existiert und (Test-) Ergebnisse benutzerbezogen gespeichert werden können – im Rahmen eines LMS z.B. über eine Datenschnittstelle die das Speichern direkt in der Benutzerdatenbank ermöglicht. Im Fall synchroner Kommunikation sind im Vergleich zu Webanwendungen allerdings Anwendungen zu bevorzugen, die nativ für das verwendete Betriebssystem vorliegen oder dort bereits integriert sind. Dies gilt insbesondere bei der Nutzung mobiler Geräte, wie Smartphones, bei denen sämtliche Kommunikationsformen bereits Standard (die „Kernkompetenz“ dieser Geräte) sind.

### III.7.7.3. Animationen, Videos und Podcasts

Die Eigenschaften des Medieneinsatzes in Lerninhalten wurden bereits in Abschnitt III.6.4.2 eingeführt. Technisch und in Bezug auf die Zielgruppen müssen für Animationen, Videos und Podcasts zudem folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- **Anbieter und Erstellung des Angebots:**
  - *Typen und Formate:* Videos, Animationen, Podcasts („Hörspiel“ der Vorlesung, Audiospur der Vorlesungsaufzeichnung im MP3-Format, Stream- bzw. Download-Angebot für MP3-Player). Es sind jeweils Standarddateiformate zu verwenden, soweit vorhanden.

---

<sup>261</sup> Schulmeister, R. 2006, S. 165

<sup>262</sup> <https://www.phpbb.de>, abgerufen am 29.09.2012

<sup>263</sup> <http://www.vbulletin-germany.com>, abgerufen am 30.09.2012

**Abspielbarkeit von Videos im Browser:** HTML5 bietet mit dem „<video>“-Tag die Möglichkeit, Videos nativ direkt im Browser abzuspielen, also ohne weitere Plugins wie Flash. Allerdings konnten sich die Browserhersteller bislang nicht auf ein crossbrowser-fähiges Videoformat (einen Standard) einigen. Mögliche Formate sind derzeit MP4 (H264-Video-Codec), WebM und OGG. Die Abspielbarkeit in den Browsern zeigt Tabelle 18:

Browser	MP4	WebM	Ogg
Internet Explorer 9+	Ja	Nein	Nein
Chrome 6+	Ja	Ja	Ja
Firefox 3.6+	Nein	Ja	Ja
Safari 5+	Ja	Nein	Nein
Opera 10.6+	Nein	Ja	Ja

**Tabelle 18: Videoformate für HTML5 <video>**<sup>264</sup>

- *Erstellung:* Die Erstellung ist aufwendig und muss mit einem Instruktionsdesigner und Mediengestalter geplant werden. Für die Aufzeichnung von Ton und Video sind spezielle Geräte (Digitalkameras und gute Mikrophone) und ein gut beleuchteter Raum notwendig, weitere Software zur Erstellung und Bearbeitung sind z.B. Adobe Premiere<sup>265</sup>, Podcast-Software<sup>266</sup>, Adobe Flash<sup>267</sup> (falls gewünscht)
- *Speicherung:* Ständige Verfügbarkeit und hohe Bandbreite garantieren (z.B. durch Streaming-Server, vgl. III.7.2), die Dateigröße entsprechend der Bandbreite und der Endgeräte anpassen, ggf. verschiedene Varianten vorhalten (z.B. Video für lokale und mobile Endgeräte)
- **Benutzer und Nutzung des Angebots:**
  - *Ausgabe und Endgeräte:* Die multimedialen Elemente müssen mit dem Standardbrowser angezeigt werden können – also ohne weitere Plugins. Angebote müssen sowohl auf lokalen und auch mobilen Geräten abspielbar sein (Besonderheit von Videoformaten, siehe oben)
  - *Ladezeiten:* Müssen moderat sein, Mediendateien sind zu komprimieren und ggf. in unterschiedlichen Auflösungen anzubieten (z.B. angepasst auf die zur Verfügung stehende Bandbreite des Nutzers)

<sup>264</sup> [http://www.w3schools.com/html/html5\\_video.asp](http://www.w3schools.com/html/html5_video.asp), abgerufen am 20.10.2012

<sup>265</sup> <http://www.adobe.com/de/products/premiere.html>, abgerufen am 15.10.2012

<sup>266</sup> Übersicht: Software zur Podcasterstellung, <http://podcastplus.de/podcast-software>, abgerufen am 15.10.2012

<sup>267</sup> <http://www.adobe.com/de/products/flash.html>, abgerufen am 15.10.2012

Abbildung 27 zeigt eine Vorlesungsaufzeichnung, die mit der Software „Lecturnity“ aufgezeichnet wurde. Dabei sind die Vorlesungsfolien und deren Gliederung mit dem Videobild und der Tonspur synchronisiert. Neben Lecturnity gibt es zahlreiche andere Softwareprodukte, die dies ermöglichen.<sup>268</sup>

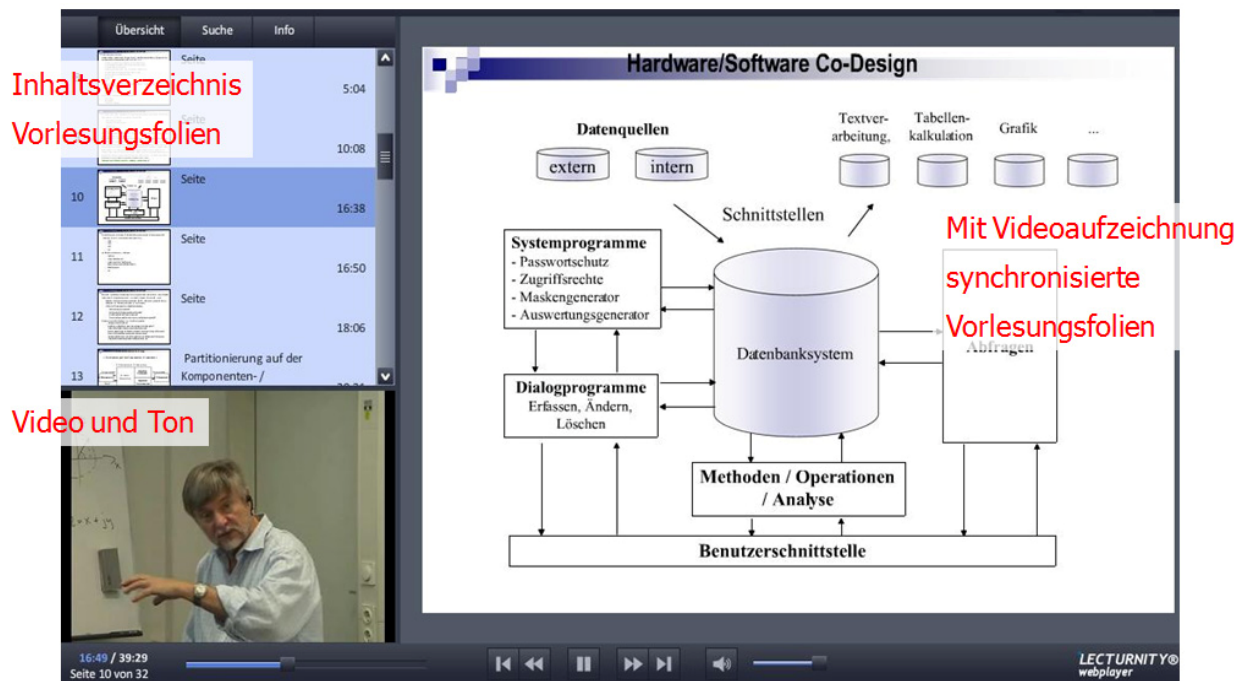


Abbildung 27: Elemente einer Online-Vorlesung im Browser<sup>269</sup>

Videos, Animationen oder Pod-/Vodcasts können gute Dienste zur Verbesserung und Auflockerung der Lernmaterialien leisten. Es muss allerdings festgestellt werden, dass die Erstellung derartiger Inhalte einerseits aufwendig und teuer ist sowie andererseits die Qualität bei einer Eigenproduktion nicht immer den Ansprüchen genügen wird. Im Zweifelsfall sollten eher Fachleute damit beauftragt werden, da z.B. im Rahmen der Vorlesungsaufzeichnung viele Erfahrungswerte für die Ausleuchtung des Raums sowie die Positionierung von Kamera und Mikrophon notwendig sind. Fachleute finden sich in Hochschulen heute in der Regel aber in Zusammenhang mit neu eingerichteten Multimedia-Vorlesungssälen.

#### III.7.7.4. Alternative Darstellungen durch multimediale Elemente

Alternative Darstellungen werden durch die Aufbereitung ein und desselben Inhalts mittels verschiedener Medien erreicht. Beispielsweise kann ein mathematisches Modell als Formel dargestellt werden, ebenso aber als Abbildung, Animation oder als Ausschnitt einer Vorlesungsaufzeichnung, bei dem der Sachverhalt durch den Dozenten erklärt wird. Denn die

<sup>268</sup> Weitere Informationen rund um das Thema Vorlesungsaufzeichnungen und verwendbare Software findet sich unter <http://www.e-teaching.org/lehrszenarien/vorlesung/videobaspodcasts>, abgerufen am 17.10.2012

<sup>269</sup> Eigene Darstellung.

„Darstellung gleicher Informationen durch verschiedene Symbolsysteme führt zu einer kognitiven ‚Summation‘, d.h. zur Generierung multipler, modalitätsspezifischer mentaler Repräsentationen.“<sup>270</sup> Ziel der alternativen Darstellungen von einschlägigen (von Dozenten und/oder Lernern als kompliziert eingeschätzten) Inhalten ist es, dem Studierenden die Entscheidung zu überlassen, welche inhaltlich-didaktische Aufbereitung eines Zusammenhangs dieser angezeigt bekommen möchte oder glaubt, am besten verstehen zu können. Einen Überblick über Inhaltstypen und mögliche alternative Repräsentationen im Rahmen von E-Learning-Anwendungen zeigt die folgende Tabelle 19:

Originaldarstellung	Alternative Darstellung	Zu benutzen, wenn...
<b>Text</b> (beschreibt einen i.A. abstrakten Zusammenhang)	Abbildungen/Schaubilder, Tabellen, Animationen, Audio-/Video-Stream, weitere verbale Erklärungen (Audio, Text), Simulationen	...die Erklärung dadurch deutlich vereinfacht oder verkürzt werden kann und eine Verbesserung der Verständlichkeit zu erwarten ist
<b>Formeln</b>	Abbildungen, Wertetabellen, Graphen, Diagramme	...die Formeln eher keinen dynamischen Kontext beschreiben
Formeln die ein <b>mathematisches Modell</b> beschreiben	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Animationen</li> <li>• Video/Audio mit verbalen Erklärungen des Dozenten</li> </ul>	...die Formeln mathematische Modelle mit dynamischen Bedingungen beschreiben oder Zeitreihen, deren Werte sich kontinuierlich verändern
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulationen</li> </ul>	...Lerner sich (inter-) aktiver und experimentell mit Lerninhalten beschäftigen und Zusammenhänge erkennen sollen
<b>Abbildungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Als Text detailliert beschreiben</li> </ul>	...die Informationen der Abbildungen allgemein definiert werden sollen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Audio-Erklärung des Dozenten</li> <li>• (Interaktives) Video mit Audio-Erklärung des Dozenten</li> </ul>	...neue mobile Lernszenarien (z.B. Vorlesung als „Hörspiel“ in selbst gesteuertem Fahrzeug/Auto) ermöglicht werden sollen oder barrierefreies Lernen für Lerner mit Handicap
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulationen</li> </ul>	...Lerner sich (inter-) aktiver und spielerisch/experimentell Lerninhalten beschäftigen und Zusammenhänge erkennen sollen
<b>Animationen</b> (zumeist als Video-Stream)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Als Text detailliert beschreiben</li> </ul>	...die Informationen der Animationen allgemein oder detaillierter beschrieben werden sollen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulationen</li> </ul>	...Lerner sich (inter-) aktiver und spielerisch/experimentell Lerninhalten beschäftigen und Zusammenhänge erkennen sollen
<b>Audio/Video-Streams</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Als Text detailliert beschreiben</li> </ul>	...standardisierte oder formale Lernergebnisse allgemein niedergeschrieben werden sollen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulationen</li> </ul>	...Lerner sich (inter-) aktiver und experimentell mit Lerninhalten beschäftigen und Zusammenhänge erkennen sollen
<b>Simulationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Als Text detailliert beschreiben</li> </ul>	...standardisierte oder formale Lernergebnisse der Simulationen allgemein niedergeschrieben werden sollen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Audio-Erklärung des Dozenten</li> <li>• (Interaktives) Video mit Audio-Erklärung des Dozenten</li> </ul>	...die Benutzung von Simulationssoftware erklärt werden muss oder spezielle Übungen angekündigt werden sollen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung als Formel oder mathematisches Modell</li> </ul>	...die Formeldarstellung wichtiges Lernergebnis ist. Hinweis: Ohnehin sollten Simulationen nie „anstatt“ der theoretischen formel- oder modellbasierten Basis genutzt werden, sondern zusätzlich

**Tabelle 19: Inhaltstypen und mögliche Alternative Darstellungen in E-Learning-Systemen<sup>271</sup>**

<sup>270</sup> Niegemann et al. 2004, S. 148

<sup>271</sup> Eigene Darstellung.

Wie die Tabelle andeutet, sind alternative Darstellungen sehr vielfältig und können grundsätzlich jede Art der multimedialen Darstellung aufweisen.<sup>272</sup> Konkrete Umsetzungen für vielfältige alternative Darstellungen von theoretisch-komplexen Zusammenhängen finden sich bei der Beschreibung der praktischen Umsetzung dieses Rahmenwerks im Abschnitt IV.3.

#### **III.7.7.5. Web 2.0 – Techniken der Social-Software im E-Learning Kontext**

Zweifelsohne hat Web 2.0, bzw. Social Software, in der letzten Dekade für einige umwälzende Veränderungen im World Wide Web gesorgt und viele Webanwendungen hervorgebracht, die heute als Standard im Internet gelten (vgl. VI.1.1.1.6). Befragt man heute Jugendliche („Digital Natives“) nach ihrer Ansicht, was das Internet eigentlich ist, so wird man Antworten, wie „Facebook, MySpace, YouTube, Twitter, Wikipedia, Google, u.a.“ erhalten. Dies macht deutlich, dass die Zielgruppe (von morgen) Software dieser Art als Standard erwarten wird und die E-Learning-Lösung einige der Methoden und Ideen aufgreifen sollte. Allerdings hat sich seit den Anfängen (ca. im Jahr 2005) durch viele neue Web 2.0-Angebote (Communities, Bewertungen, Shops, etc.) eine gewisse „Sättigung“ ergeben, sowohl in Bezug auf das mengenmäßige Angebot, als auch auf die Bereitschaft zur breiten Nutzung dieser Angebote. E-Learning-Experten bemerken dazu, dass einzelne Anwendungen aus dem Bereich der Social Software für das elektronische Lernen an Bedeutung verloren haben.<sup>273</sup> Für die Umsetzung der konkreten E-Learning-Anwendung ist also zu überlegen, welche konkreten Instrumente des Web 2.0 unterstützt, bzw. eingesetzt werden sollen – und vor allem, zu welchem Zweck. Insgesamt sind Techniken zur Vernetzung von Studierenden nach wie vor zu berücksichtigen (auch als Grundlage für die synchrone oder asynchrone Kommunikation, vgl. III.7.7.2), allerdings reicht es hier zumeist, gängige Social Software-Produkte via Schnittstellen und Plugins einzubinden. Beispiele dafür sind Facebook Social Plugins, Social Graph, Google Plus, Google Apps, Google Docs, Wikipedia, Twitter, etc. Auf diese Weise können diese externen Dienste innerhalb der eigenen Lernumgebung verwendet werden (vgl. Abbildung 28).

Eine Nachbildung der Funktionalität dieser Dienste ist weder notwendig, noch sinnvoll. Weiterhin ist die vereinfachte Möglichkeit zur Kommentierung und Bewertung im Rahmen von E-Learning sinnvoll, da so einerseits ein direktes Feedback (z.B. in Bezug auf Lerninhalte, Softwarelösung, Durchführung, etc.) von Studierenden für die Qualitätskontrolle eingeholt werden kann. Andererseits ergeben sich durch die Anreicherung der Lerninhalte und der E-Learning-Umgebung mit verschiedensten (Meta-) Informationen durch alle Nutzer und die Möglichkeit, diese zu veröffentlichen, bzw. mit anderen „zu teilen“, vielfältige Möglichkeiten

---

<sup>272</sup> Vgl. Sitzmann, Möller 2014, S. 7554ff

<sup>273</sup> Vgl. MMB 2012, S. 4f

zur Verbesserung des Lernprozesses – ein entsprechendes Lernszenario zur kollaborativen Erstellung, Bearbeitung und Nutzung von Lerninhalten wurde bereits in Abschnitt III.5.3.2 vorgestellt.

The screenshot shows the 'Eingebettete Systeme' LMS interface. At the top, there's a navigation bar with 'Technische Informatik Online', font settings, and user options. The main header includes 'Eingebettete Systeme' and 'Grundlagen eingebetteter Systeme'. A search bar and progress indicators are present. Below the header, there's a navigation menu with 'Inhalt', 'Abbildungen', 'Literatur', 'Verweise', 'Fragen', 'Feedback', and 'Notizen'. The main content area is titled 'Kursteilnehmer - Eingebettete Systeme' and contains a participant list table. To the left of the table, there's a sidebar with 'Informationen zum Kurs' and 'Termine'.

**Informationen zum Kurs**

**Eingebettete Systeme**  
 ein elementarer Bestandteil des täglichen Lebens

**Titel:** Eingebettete Systeme  
**Dauer:** 01. April - 01. Juli 2011  
**Einstufung:** Wahlpflicht-Bereich  
**Punkte:** 10 ECTS  
**Kursteilnehmer:** 33  
**Dozent:** Max Musterdozent (Kontakt aufnehmen)

**Termine**

**Praktische Übung 1:** 23.11.2010  
**Präsenzübung:** 12.12.2010  
**Praktische Übung 3:** 10.01.2011  
**Fragestunde:** 12.02.2011  
**Prüfung:** 21.03.2010

**Teilnehmerliste**

Photo	Name	Feed-backs	Kommen-tare und Fragen	Kontaktmöglichkeiten
	Alexandra Hausch	2	12	Email, Facebook, Skype, Twitter, Webpage, Telefon
	Alfred Floretta	2	12	Email, Facebook, Skype, Twitter, Webpage, Telefon
	Anja Sell	2	12	Email, Facebook, Skype, Twitter, Webpage, Telefon
	Christiane Sohn	2	12	Email, Facebook, Skype, Twitter, Webpage, Telefon
	Daniel Schulze	2	12	Email, Facebook, Skype, Twitter, Webpage, Telefon
	Diana Gert	2	12	Email, Facebook, Skype, Twitter, Webpage, Telefon
	Dominic Wachter	2	12	Email, Facebook, Skype, Twitter, Webpage, Telefon

Abbildung 28: Soziale Vernetzung direkt in der Lernoberfläche<sup>274</sup>

Für die Berücksichtigung von Web 2.0-Features in der eigenen E-Learning-Lösung ist zunächst gar kein großer Aufwand notwendig: Viele LMS bieten heute schon grundlegende Funktionalitäten, die mit Web 2.0 assoziiert werden, und/oder binden die o.a. Plattformen über Schnittstellen/APIs in das eigene Angebot ein. Beispiele hierfür sind Foren, Chats, Nutzerprofile, Wikis, Blogs, Podcasts, Kommentarfunktionen, Teilen von Inhalten mit anderen Usern oder andere Communities mit unterschiedlichen thematischen Ausrichtungen, wie Facebook, Google, Wikipedia (von der Internetgemeinde erstellte Enzyklopädie), Youtube (Portal zum Hochladen/Teilen von Videos), flickr (wie Youtube, nur für Photos), Instagram (Photo-Community), Pinterest (Sharing-Community), delicious (Bookmark-Community), etc.<sup>275</sup> Sind entsprechende Verbindungen aus der entwickelten Lernumgebung zu derartigen Systemen vorhanden, werden die Lerner diese selbständig nutzen und sich damit vernetzen.

<sup>274</sup> Eigene Darstellung, Beispiel Lernoberfläche für E-Learning-Inhalte

<sup>275</sup> Es gibt noch zahlreiche weitere Web 2.0 Angebote im Internet, die hier aufgeführte Liste führt nur einige gängige Beispiele an – erhebt aber keinesfalls den Anspruch vollständig zu sein, oder die „Besten“ ausgewählt zu haben.



Für weitergehende Features, wie das Teilen und Kommentieren von Lerninhalten oder das Anheften von Notizen, sind eigene Tools oder Plugins für das LMS zu entwickeln. Eine konkrete Umsetzung solcher Werkzeuge zeigt Abschnitt IV.2.4.6.

### III.7.7.6. Kollaboratives Lernen und Lehren

Das im vorangegangenen Abschnitt vorgestellte Web 2.0, bzw. die anhand dieser Prinzipien entstehende Social Software, ist die Grundlage des kollaborativen Lernens und Lehrens, die als Konsequenz daraus etabliert werden kann. In Abschnitt III.5.3.2 wurden bereits Szenarien für das Lernen mit sozialer Software vorgestellt, die allesamt die Verknüpfung des Lernens mit einer sozialen Community zum Ziel hatten. Konkret bedeutet das z.B. die Vernetzung der Studierenden (zur Motivationssteigerung und Hilfe bei Verständnisproblemen) zum gemeinsamen Lernen oder zur gemeinsamen Anreicherung, Bearbeitung oder Erstellung der Lerninhalte. In diesem Abschnitt werden nun Verfahrensweisen untersucht, die über die Techniken und Angebote bestehender Web 2.0-Anwendungen hinausgehen und gezielt dem vernetzten Lernprozess dienen.

<b>Lerngespräch</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kleingruppen-Lerngespräch</li> <li>- Wechselseitige Abfrage</li> <li>- Hands-on training</li> <li>- Offene Diskussion</li> <li>- Moderierte Diskussion</li> <li>- Erklärungsdiskurs</li> <li>- Rundgespräch</li> <li>- Blitzlicht</li> <li>- Brainstorming</li> <li>- Kooperatives Mindmapping</li> <li>- Gruppenpuzzle</li> <li>- Gruppenrallye</li> <li>- Lerndialog</li> </ul>	<b>Lernkonferenz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorlesung</li> <li>- Vortrag mit Zwischenfragen</li> <li>- Podiumsdiskussionen</li> <li>- Zukunftswerkstatt</li> <li>- Open Space</li> <li>- Fishbowl</li> <li>- Sandwich</li> </ul>	<b>Rollenspiel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pro-Contra Disput</li> <li>- Frage-Antwort-Spiel</li> <li>- Disputation</li> <li>- Interview</li> <li>- Gruppeninterview</li> <li>- Strukturierte Kontroverse</li> </ul>
	<b>Online-Tutoring</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antwort und Tutor</li> <li>- Sprechstunde</li> </ul>	<b>Arbeitsgruppe</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erkundung/Exkursion</li> <li>- Famulatur</li> <li>- Werkstattseminar</li> <li>- Lernprojekt</li> <li>- Kooperative Texterarbeitung</li> <li>- Kooperatives Lernskript</li> </ul>

**Tabelle 20: Mögliche Kooperationstypen beim kollaborativen Lernen<sup>276</sup>**

Um in der zu entwickelnden E-Learning-Anwendung die technischen Rahmenbedingungen zu schaffen, muss zunächst festgelegt werden, welche Typen der Kooperation unterstützt werden sollen – viele davon sind eigentlich primär für den Präsenzunterricht ausgelegt (kein Problem im Rahmen von Blended Learning). Eine Umsetzung oder Nachbildung dieser in webbasierten Lernplattformen ist aber oftmals möglich. Die in Tabelle 20 dargestellten Kooperationstypen werden bei einer praktischen Umsetzung in der Regel durch bestehende Standard-Software-Werkzeuge realisiert, da diese schnell und kostengünstig einsatzfähig sind. Beispi-

<sup>276</sup> Ehlers et al. 2003, S. 78

le hierfür sind die bereits vorgestellten Möglichkeiten für die synchrone oder asynchrone Kommunikation – also Chats/Instant Messenger, Videotelefonie/-Konferenzen, Foren, Blog, etc. (vgl. III.7.7.2 und III.7.7.5).

Ein besonderes Augenmerk ist beim kollaborativen Lernen auf den gemeinsamen Lernprozess von verteilten Lernern zu legen. D.h. im Konkreten, dass einige der oben angegebenen Kooperationsformen für das gemeinsame Lernen in Echtzeit stattfinden müssen. Damit sind aber keineswegs nur Videochats oder -konferenzen gemeint, die dem gemeinsamen Diskutieren und Lernen aufgrund der „persönlicheren Natur der Kommunikationsform“ (Sehen und Hören des/r Anderen) wohl allerdings schon am nächsten kommen. Weitere wichtige Anwendungstypen unterstützen z.B. das kollaborative Lernen durch die gemeinsame Arbeit an einem textbasierten Dokument, einer Abbildung, Präsentation, einer Programmieraufgabe, bzw. einem Quellcode, an Übungen, Projekten oder Laboraufgaben. Im einfachsten Fall wird dies softwaretechnisch in Form eines webbasierten Texteditors (wie z.B. Google Docs/Apps oder anderen „Collaborative real-time editor“<sup>277</sup>) umgesetzt. Zudem gibt es eine Vielzahl anderer Tools zur Unterstützung des gemeinsamen Lernens.<sup>278</sup> Für eine konkrete Umsetzung sollten Eigenentwicklungen in diesem Bereich eher vermieden werden, dafür aber bestehende Tools so in das eigene System integriert werden, dass keine allzu großen Hürden oder sinnliche Sprünge (durch Programmwechsel beim Einsatz zu vieler externer Tools neben der Lernumgebung) bei der Nutzung entstehen. Empfehlenswert ist der Einsatz überwiegend webbasierter Produkte, die oftmals reibungsloser in das eigene System integriert werden können. Welche Softwarewerkzeuge im jeweiligen Fall auch gewählt werden, sie müssen das Teilen von Erkenntnissen sowie das kollaborative Arbeiten an Inhalten und letztendlich das gemeinsame Lernen ermöglichen und motivieren.

Die oben dargestellten Möglichkeiten der Kollaboration waren überwiegend für Studierende und ihre vernetzten Lernaktivitäten bestimmt. Für die Lehre (also für Dozenten oder Teletutoren) können diese natürlich gleichermaßen eingesetzt werden. Die dabei am häufigsten vorkommenden Fälle werden dann das Tele-Teaching (Echtzeitvorlesung als Videostream), eine über das Internet durchgeführte Prüfung, die Abstimmung im Rahmen der Durchführung von Übungen und Projekten oder gezielte Erklärungen von Problemen sein. All das wird dann in Form von Videotelefonie/-Konferenz durchgeführt – z.B. über kostenfreie Anwendungen für Videotelefonie: Skype<sup>279</sup>, Apple Facetime<sup>280</sup>, Google Talk<sup>281</sup> und zahlreiche andere.

<sup>277</sup> Beispielsweise „etherpad“, <http://code.google.com/p/etherpad>, abgerufen am 27.03.2013 oder „Collabedit“, <http://collabedit.com/>, abgerufen am 27.03.2013

<sup>278</sup> Eine Übersicht findet sich z.B. hier: [http://wiki.zum.de/Software\\_zum\\_gemeinsamen\\_Arbeiten](http://wiki.zum.de/Software_zum_gemeinsamen_Arbeiten), abgerufen am 28.03.2013

<sup>279</sup> <http://www.skype.com/de>, abgerufen am 03.04.2013

<sup>280</sup> <https://www.apple.com/de/ios/facetime>, abgerufen am 03.04.2013

### III.7.7.7. Mobile Endgeräte – Smartphone und Tablet-PCs

In das Mobile Learning (vgl. VI.1.1.1.6) und dadurch mögliche Lernszenarien (vgl. III.5.3.4) wurde bereits eingeführt. Aber welche konkreten Eigenschaften ergeben sich daraus für die softwaretechnische Entwicklung des E-Learning-Systems? Zunächst muss dafür abgeklärt werden, wie die E-Learning-Anwendung auf dem mobilen Gerät ausgeführt werden soll:

- als **native „App“**: Die E-Learning-Lösung ist eine Applikation die vom Betriebssystem des Geräts ausgeführt wird. Vorteil: Zugriff auf alle Sensoren des Geräts, Nachteil: Eigenständige Entwicklung für jedes Betriebssystem notwendig (aufwendig).
- als **Webanwendung im Browser (sog. „Web-App“)**: Die E-Learning-Lösung wird im Browser des mobilen Geräts ausgeführt. Vorteil: Durch standardisiertes HTML auf allen mobilen Geräten plattformunabhängig nutzbar. Nachteil: Es ergeben sich die Restriktionen der Nutzung im Browser, wie z.B. spezielles Sicherheits-/Zugriffskonzept, kein direkter Zugriff auf Sensoren und Ressourcen des Betriebssystems.

Die im Rahmen dieser Ausarbeitung vorgestellte Lösung wird komplett als Webanwendung konzipiert und die Entwicklung nativer Apps daher ausgeklammert. Ggf. kann dies für die Einbindung neuer Trends (wie z.B. U-Learning, vgl. III.7.8.2) nachgeholt werden.

Als browserbasierte Webanwendung ist für den Betrieb des E-Learning-Systems also sicherzustellen, dass diese einerseits mit gängigen Webtechniken entwickelt wird (und somit von aktuellen Browsern dargestellt werden kann) und es andererseits aufgrund der Restriktionen (Displaygröße, Bandbreite, Akku, etc.<sup>282</sup>, vgl. VI.1.1.1.6) mobiler Geräte eine für diese optimierte Variante gibt. Dies bedeutet im Konkreten, dass eigenständige Layouts entwickelt und programmiert werden müssen. In der Regel sind zwei Layout-Varianten ausreichend: Eine für Smartphones und eine für alle anderen Browser, da z.B. auch die mobilen Tablet-PCs ausreichend große Displays für die lokale Version aufweisen. Ruft dann ein mobiles Gerät die Webanwendung auf, wird anhand der im HTTP-Header geschickten Browserkennung serverseitig ein mobiles HTML-Template mit den angeforderten Daten gefüllt und die so entstehende, für die mobile Darstellung optimierte, Seite an das Gerät zurückgeschickt. Abbildung 29 zeigt den Vergleich von lokalen und mobilen Browsern – den gleichen Inhalt, dessen HTML-Code für das jeweilige Gerät optimiert worden ist.

---

<sup>281</sup> <https://www.google.com/chat/video?hl=de>, abgerufen am 03.04.2013

<sup>282</sup> Vgl. Nordin et al. 2010. S. 132f



**Abbildung 29: Vergleich von Darstellungen für lokale (links) und mobile Browser<sup>283</sup>**

Die Anwendung auf dem Webserver ist so programmiert, dass die Logik getrennt vom Layout zur Darstellung abgelegt ist und die Seiten somit anhand verschiedener Templates ausgeliefert werden können (Schichtenmodell). Grundsätzlich ist die Möglichkeit zur Auslieferung eines jeweils optimierten Inhalts für alle Elemente des E-Learning-Angebots vorzusehen, wie LMS, Lerninhalte, Simulationen, Animationen, Audio/Video, etc. – auf die Einhaltung von Standards (-Dateiformaten für das jeweilige Gerät, z.B. Unterschiede iOS vs. Android) ist zu achten!<sup>284</sup> In der Regel helfen aktuelle LMS-Systeme (wie z.B. ILIAS) bei der Berücksichtigung verschiedener Endgeräte: Anhand von Plugins und Templates werden sowohl für lokale, als auch mobile Browser optimierte Darstellungen generiert.

Grundsätzlich unterscheidet sich die Entwicklung von „mobilen“ Webanwendungen nicht von „lokalen“, allerdings gilt es zusätzlich, einige Besonderheiten zu berücksichtigen (Doctype, Viewport/Landscape-Mode, Webapp-Datenbanken, etc.), um das bestmögliche Ergebnis zu erzielen. Derartige Best-Practice-Empfehlungen bietet z.B. W3C.org<sup>285</sup>. Die Berücksichtigung von mobilen Geräten ist in aktuellen E-Learning-Systemen in jedem Fall obligatorisch.

<sup>283</sup> Eigene Darstellung.

<sup>284</sup> Vgl. Low 2006, S. 80f

<sup>285</sup> <http://www.w3.org/TR/mobile-bp/>, abgerufen am 03.04.2012

### III.7.7.8. Lernspiele zur Motivationssteigerung

Als Lernspiele können „Aktivitäten bezeichnet werden, deren Inhalte, Struktur und Ablauf in pädagogischer Absicht und auf der Grundlage didaktischer Prinzipien gestaltet oder zumindest angepasst sind, die zugleich aber zentrale Merkmale von Spielen enthalten.“<sup>286</sup> Findet dieses Spiel ausschließlich mithilfe digitaler Medien statt, handelt es sich um ein digitales Lernspiel – diese kommen auch im Rahmen von E-Learning zum Einsatz. Lernspiele dienen insbesondere dazu, motivierende Elemente in die Aus- und Weiterbildung zu bringen. Mögliche Formen sind z.B.: Lernquiz, Rollenspiel, Simulation/Planspiel, Lernwelt, Adventure Game, oder reine Spiele zum „Abschalten und Erholen“ als Gegensatz zum Onlinelernen.<sup>287</sup> Eine Klassifizierung von Lernspielen im Spannungsfeld von „Bildung“ und „Unterhaltung“ zeigt die folgende Abbildung 30:

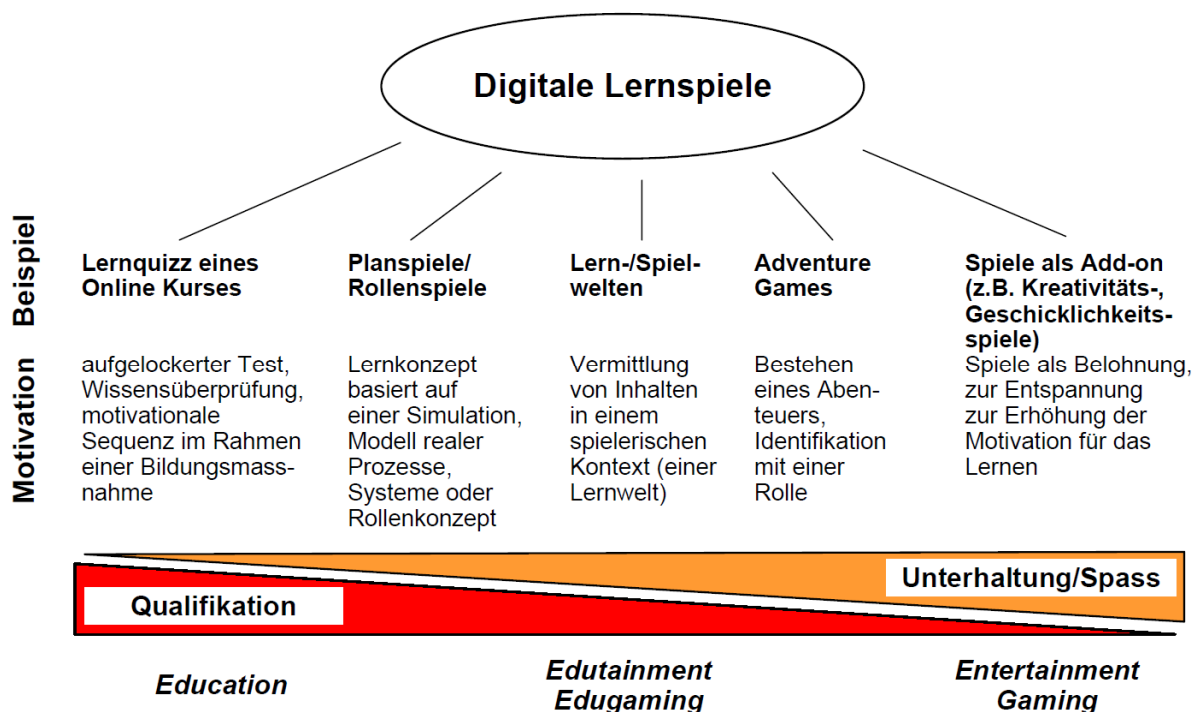


Abbildung 30: Typen digitaler Lernspiele<sup>288</sup>

Lernspiele gelten unter Experten im Bereich des E-Learning als ein ernstzunehmender und kommender Trend.<sup>289</sup> Dies liegt insbesondere an den Potenzialen, die digitalen Lernspielen für den individuellen Lernprozess zugerechnet werden.<sup>290</sup>

- **Aktiv:** Im Mittelpunkt des digitalen Lernspiels steht das aktive Handeln, weniger die systematische Wissensvermittlung.

<sup>286</sup> Meier 2003, S. 4

<sup>287</sup> Vgl. Morsi 2007, S. 1ff

<sup>288</sup> Meier 2003, S. 7

<sup>289</sup> Vgl. MMB 2012, S. 3

<sup>290</sup> Vgl. Meier 2003, S. 8ff

- **Konstruktiv:** Das Lernen beruht auf individuellem Erfahrungs- und Wissenshintergrund und der individuellen Interpretation. In digitalen Lernspielen können problem-lösungsorientierte Lernumgebungen geschaffen werden, die dem Lerner/Spieler dabei helfen, sein eigenes Wissen zu konstruieren sowie mit seinem Vorwissen und Einstellungen zu verknüpfen.
- **Selbstgesteuert:** Lernspiele bieten viele Freiheitsgrade, da man (im Rahmen der Spielsituation) selbständig agieren kann und z.B. eigene Entscheidungen bzgl. Strategie, Wettbewerb, etc. trifft.
- **Sozial:** Bei entsprechender Umsetzung können Lernspiele mit kooperativen Spielszenarien das gemeinsame Spielen und Lernen anregen.
- **Emotional:** Lernen, Verstehen und Bewerten von Informationen hat immer auch mit emotionalen Prozessen zu tun. Diese können in Lernspielen vermittelt werden, z.B. beim „Mitfiebern“ mit einer Spielfigur, in deren Rolle man geschlüpft ist.
- **Situativ:** Durch das Hineinversetzen in verschiedene Rollen im Lernspiel, können die dort gemeisterten Probleme und gefunden Lösungen tendenziell auch in der realen Welt besser angewendet werden.

Diesen Chancen steht allerdings auch ein sehr hoher zeitlicher und finanzieller Aufwand zur Erstellung von komplexen Lernspielen gegenüber. Denn diese Spiele müssen mit kommerziellen Angeboten mithalten können, z.B. in der Graphik und im Spielverlauf, damit sie nicht als langweilig gelten. Im universitären Kontext wird dies kaum realisierbar sein – ggf. als Entwicklungen von Projekten die in dieser Richtung gefördert werden oder zukünftig mitunter auch als Ergebnis von Kooperationen mit Industriepartnern (Unternehmen aus dem MINT-Bereich, dann allerdings wohl auch als Mittel zur Platzierung von Werbung). Derzeit sind professionelle „Edutainment“-Angebote oder Lernspiele allerdings eher ein „Nebenprodukt“ von Entwicklungen professioneller Spielefirmen.<sup>291</sup>

Für eine potentielle Entwicklung derartiger Angebote gibt es an sich keine „Standardtechniken“, viel mehr hängen diese von den Rahmenbedingungen und Anforderungen ab. Soll das Lernspiel beispielsweise in eine browserbasierte E-Learning-Webanwendung integriert werden, dann muss es dort auch lauffähig sein (ggf. ohne Plugins). Die Oberflächenprogrammierung erfolgt mithilfe von HTML5/CSS- (z.B. das „<canvas>“-Tag) und Javascript-Technik. Sind zusätzlich Browser-Plugins nicht ausgeschlossen, erweitern sich die Möglichkeiten deutlich in Richtung von Softwaretools, die eine einfache Ausgabe von komplexen Graphiken und Animationen ermöglichen, wie z.B. Flash, Shockwave, Silverlight, Java, etc. Grundsätzlich sind hier alle möglichen Webtechniken verwendbar. Da (komplexe) Spiele nicht ohne eine serverseitige Anbindung an Datenbanken und entsprechende Programmiersprachen auskom-

---

<sup>291</sup> Vgl. Rey 2009, S. 190

men (z.B. zur Speicherung von Userdaten, Spielständen, etc.), werden dazu in einem Großteil der gängigen Browserspiele PHP, Java und MySQL genutzt. Für die Entwicklung von Browsergames gibt es zudem eine Vielzahl von (Open Source) „Engines“, die z.B. schon einen programmiertechnischen Rahmen für die später zu implementierende Spielidee vorgeben. Aufgrund der doch sehr speziellen Anforderungen für Lernspielsoftware werden diese aber in der Regel bei Standard-E-Learning-Projekten kaum zum Einsatz kommen können. Ist man nicht an den Browser gebunden, können prinzipiell auch Spiele-Applikationen entwickelt werden. Da diese aber nicht automatisch plattformunabhängig lauffähig sind, werden sie bei dieser Betrachtung ausgeklammert.

Im MINT-Kontext bieten sich für die Umsetzung von Lernspielen besonders Simulationen an – als spielerische Visualisierung eines mathematischen Modells. Ein Beispiel für ein solches Simulationspiel („PID-Ufo“) wird im Rahmen der praktischen Umsetzung des Rahmenwerks im Abschnitt IV.3.3 vorgestellt. Da Simulationen komplexer inhaltlicher Zusammenhänge im MINT-Bereich als sinnvolle Grundlage für verschiedenste Anwendungen genutzt werden können, werden diese im folgenden Abschnitt vorgestellt.

#### **III.7.7.9. Simulationen von komplexen Zusammenhängen**

Nicht nur im MINT-Bereich gilt die Einbindung von Simulationen als einer der wichtigsten Trends im E-Learning in der letzten Zeit.<sup>292</sup> Es wurde bereits gezeigt, dass das Verständnis theoretischer und komplexer mathematischer Zusammenhänge durch Visualisierungen und alternative Darstellungen verbessert werden kann – insbesondere liegt hier im Vergleich zu Animationen der Mehrwert in der Möglichkeit des Manipulierens von Kenngrößen. Allerdings ist eine individuelle Entwicklung von Simulationen in den meisten Fällen sehr aufwendig und daher kostenintensiv. Aufgrund der starken thematischen Spezialisierung sind sie in der Regel auch nicht wieder-/weiterwendbar. Dennoch sollten Simulationen entwickelt und damit die Lerninhalte angereichert werden, wenn dies möglich ist.

Für die konkrete Entwicklung solcher muss zunächst ein Konzept erstellt werden, das u.a. die folgenden grundlegenden Fragen beantwortet:

- Welches zugrundeliegende (mathematische) Modell soll simuliert werden und wie soll dies dann visualisiert werden?
- Wie ist die instruktionale, bzw. didaktische, Strategie? Wie sollen die Lerner mit der Simulation lernen und was? Wie sind dafür Oberfläche und Lernprozess zu gestalten?

---

<sup>292</sup> Vgl. MMB 2012, S. 3

Beispielsweise wird man sich im Fall der Mathematik (als Beschreibungssprache vieler Zusammenhänge in MINT-Disziplinen) in der Regel für eine graphische, bzw. animierte, Darstellung entscheiden, um die Veränderungen des mathematischen Modells als Konsequenz des eigenständigen Variierens von Eingabewerten zu visualisieren, die stetig als numerisch berechnete Ergebniswerte vom Simulator bereitgestellt werden. Grundsätzlich ist dabei eine Darstellung zu empfehlen, die Zusammenhänge deutlich macht. D.h., es sollte nicht gänzlich auf die Darstellung von Formeln und Zahlen verzichtet werden, vielmehr sind diese aktiv mit einzubinden – denn in der späteren Praxis sind diese wieder das Relevante. Die Kombination aller bedeutsamen Facetten eines Simulators für den Einsatz im MINT-Bereich zeigt Abbildung 31, mit den folgenden Elementen (die Nummerierung bezieht sich auf die Nr. in der Abbildung):<sup>293</sup>

1. Eingabe und Manipulation von Regelgrößen sowie Steuerung des Simulators
2. Das mathematische Modell an sich (jeweils geänderte Terme werden hervorgehoben)
3. Die Ergebnisse der Berechnung des mathematischen Modells (unter Berücksichtigung der selbst gewählten Konstanten) in Form einer Wertetabelle
4. Die zentral platzierte Visualisierung des mathematischen Modells. Im Idealfall werden die Veränderungen in bewegten Bildern animiert
5. Steuerelemente der Anwendung, Navigation, bzw. Instruktion: Lerner sollen zunächst anhand von Aufgaben einen geplanten Lernpfad bestreiten, bevor „frei“ probiert und experimentiert werden kann (vgl. „virtuelle Labore“)

Damit ein Mehrwert für die Lehre entstehen kann, ist es notwendig, die Benutzung des Simulators durch die Lerner etwas zu steuern – anhand eines didaktischen Konzepts. Dies kann z.B. bedeuten, dass eine Reihe von Aufgaben mithilfe des Simulators zu lösen oder bestimmte Zustände herzustellen sind. Ebenso kann ein sequentieller Aufbau gewählt werden, bei dem das Modell zunächst vereinfacht dargestellt wird und dieses nach der Bearbeitung von Aufgaben immer komplexer wird oder immer nur spezielle Eingabegrößen veränderbar sind – und erst zuletzt alle Eingabevariablen frei variiert werden können. Andernfalls besteht die Gefahr, dass „wahllos“ Eingabegrößen verändert werden und der Lerner somit kaum eine Verbindung zwischen Aktion und Reaktion herstellen kann. Um dies zu unterstützen, sollten z.B. Eingaben so visualisiert werden, dass erkennbar wird, welchen Einfluss sie auf das Modell haben – z.B. durch graphische Markierung des entsprechenden Teilterms der mathematischen Darstellung. Analog zur Darstellung von bewegten Bildern (Animation/Video) sind auch bei der Simulation Steuerelemente („Start“, „Stop“, „Pause“, „Reset-Button“, etc.) zu berücksichtigen.

---

<sup>293</sup> Vgl. Sitzmann, Möller 2014



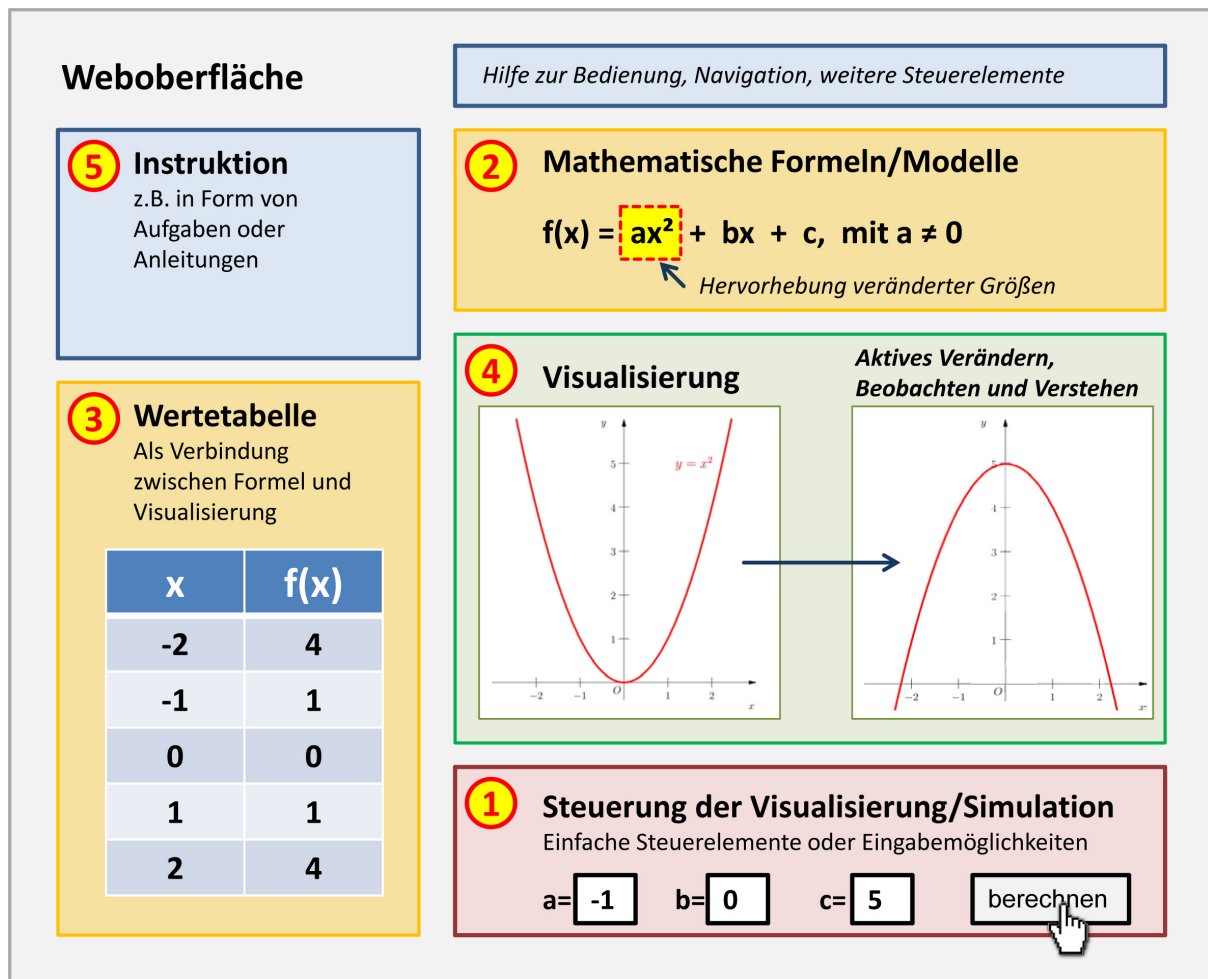


Abbildung 31: Oberfläche einer Simulation für die Visualisierung mathematischer Modelle<sup>294</sup>

Technisch betrachtet besteht eine Simulation im E-Learning-Kontext vereinfacht aus einem Simulator (bildet das mathematische Modell ab und berechnet es) und einer Oberfläche, welche die Darstellung und Steuerung des Simulators übernimmt. Die Art der Simulation wird passend zur jeweiligen Anforderung gewählt, z.B. statisch, dynamisch (kontinuierlich oder diskret), Monte-Carlo-Simulation (mit Zufallszahlen), etc. Analog zu den Lernspielen wird die browserbasierte Oberfläche als Webanwendung wiederum mit HTML5, CSS und Javascript (Forderung: keine Plugins!) erstellt, eine notwendige serverseitige Anbindung mit einer beliebigen, passenden Sprache (Php, Java, etc.). Eine konkrete Umsetzung solcher Simulatoren als Bereicherung der MINT-Lehre im Fachgebiet „Technische Informatik“ finden sich in den Abschnitten IV.3.2.1 und IV.3.2.2.

<sup>294</sup> Eigene Darstellung. Vgl. dazu auch Sitzmann, Möller 2014, S. 7558

### III.7.7.10. Virtuelle Labore vs. Remote Labs

Als eine Weiterentwicklung der reinen Simulationsanwendung können virtuelle Labore gelten, bei denen eine Reihe von Versuchen simuliert im Browser „nacherlebt“ werden können (vgl. VI.1.1.1.6). Generell sind Labore in der Aus- und Weiterbildung sowie insbesondere in der MINT-Praxis unerlässlich. Dabei erfüllen Labore im Allgemeinen folgende Zwecke:<sup>295</sup>

- **Entwicklungslabor:** Um konkrete Produkte zu entwerfen oder um solche zu prüfen und weiterzuentwickeln.
- **Forschungslabor:** Forschungslabor, in dem nach neuen Erkenntnissen gesucht wird.
- **Ausbildungslabor:** Für Studierende, um theoretisches Wissen in praktische Erfahrungen zu verwandeln.

Im Bereich des E-Learnings wird in der Regel versucht, Ausbildungslabore nachzubilden. Dies geschieht in Form von Virtuellen Laboren oder Remote Labs (vgl. Tabelle 21), die zwar für die Lernszenarien und das „Nutzererlebnis“ im Browser kaum einen Unterschied bedeuten, deren technische Umsetzung sich allerdings grundlegend unterscheidet (vgl. III.5.3.3). Während **Virtuelle Labore** wirklich nur reine (softwarebasierte) Simulatoren sind, die die gewünschten Laborbedingungen simulieren und sie dann bei einer Webanwendung im Browser darstellen (vgl. Abbildung 15 in Abschnitt III.5.3.3), sind **Remote Labs** (oder auch Fernlabore) physisch vorhandene Einrichtungen und Versuchsaufbauten (z.B. in einem Elektroniklabor in einer Universität), die über eine Browseranwendung gesteuert werden können (vgl. Abbildung 16 in Abschnitt III.5.3.3).

		Labor	
		Lokal	Remote
Experiment	reell	Traditionelles Labor	Remote Lab
	Virtuell	Lokale Simulation	Virtuelles Lab

**Tabelle 21: Klassifikation von Laboren im E-Learning<sup>296</sup>**

Eine Kombination beider Labortypen, bei dem (Zwischen-) Ergebnisse des Remote Labs (z.B. in Form eines Webcam-Videos aus dem lokalen Labor) mit simulierten Inhalten angereichert bzw. überlagert werden können, soll im Folgenden als **Augmented Remote Lab** bezeichnet werden.<sup>297</sup>

Es ist eindeutig, dass virtuelle Labore einfacher zu entwickeln und zu betreiben sind, da dafür nur ein Server benötigt wird, der die notwendige Simulationssoftware als Webanwendung

<sup>295</sup> Balamuralithara 2008, S. 109

<sup>296</sup> Eigene Darstellung

<sup>297</sup> Vgl. Sitzmann et al. 2014

hostet. Die Entwicklung dieser Anwendung geschieht von der Vorgehensweise und den Techniken analog zu der von Simulationen, mit der Besonderheit, dass im virtuellen Labor in der Regel eine Vielzahl von Einzelsimulationen in einer Umgebung vereint werden. Im Internet gibt es bereits eine Vielzahl von virtuellen oder auch Web-Labs, wie z.B. MIT iCampus (ILab MIT/Microsoft)<sup>298</sup>, VideoEasel (entwickelt von TU-Berlin), Beispiel Einsatz an der Universität Stuttgart<sup>299</sup>, VILAB<sup>300</sup> (Virtuelles Informatik-Labor), Google Chrome Web-Lab<sup>301</sup> und viele weitere Projekte<sup>302</sup>. Im Rahmen dieser Arbeit wäre ein konkretes Beispiel für ein virtuelles Labor für „Technische Informatik“ z.B. die Zusammenfassung der Simulatoren (vgl. IV.3.2) und Validatoren (vgl. IV.3.4) in einer Anwendung.

Oftmals ist es fraglich, ob der relativ große Aufwand für die Entwicklung und den Betrieb von **Remote Labs** sich im Rahmen von E-Learning wirklich lohnt und gerechtfertigt ist – ein Vergleich der notwendigen technischen Infrastruktur wurde im Kontext möglicher Lernszenarien bereits in Abschnitt III.5.3.3 vorgestellt. Im Allgemeinen fällt die Entscheidung im Blending Learning dann auf ein Remote Lab, wenn Studierende beim Onlinelernen die gleichen Bedingungen vorfinden sollen wie beim Präsenzlernen oder, wenn sich der Experimentiergegenstand kaum anschaulich in Form eines virtuellen Labors umsetzen lassen würde. In Bezug auf den Benutzer und die Weboberfläche zum Experimentieren innerhalb des Labors gelten für beide Labortypen die gleichen Regeln – alles muss im Webfrontend stattfinden, das Oberflächendesign muss gleichermaßen einfach verständlich und ansprechend sein sowie über viele Hilfestellungen, Tooltips und FAQs verfügen.

Wie funktioniert nun das Experimentieren innerhalb dieses Labors? Die Steuerung des Experiments/Labors erfolgt über eine browserbasierte Webanwendung, die u.a. über Steuerelemente, eine graphische Darstellung von Werten und Versuchsaufbau sowie über eine oder mehrere Webcams, die Live-Videos vom Versuchsaufbau aus dem Laborraum übertragen. Für die technische Entwicklung einer solchen Lösung bedeutet dies einen relativ hohen Aufwand: Zunächst muss es einen Webserver geben, der die Steueroberfläche zur Verfügung stellt. Dieser muss verbunden sein mit einem Laborrechner mit Standort im Labor, der dann die Steuerung des Versuchs kontrolliert und anhand von Sensoren/Webcams Daten sammelt und dieses Feedback (z.B. auch in Form der Webcam-Videos) an den Webserver sendet. Die Kommunikation zwischen Laborrechner und Versuchsaufbau wird durch ein entsprechendes Hardware-Interface umgesetzt (vgl. Abbildung 16 in Abschnitt III.5.3.3). Die Realisierung eines solchen

---

<sup>298</sup> <http://icampus.mit.edu/projects/ilabs>, abgerufen am 18.01.2013

<sup>299</sup> <http://www.rus.uni-stuttgart.de/dienste/multimedia/labor/>, abgerufen am 10.01.2013

<sup>300</sup> <http://pi7.fernuni-hagen.de/vilab/>, abgerufen am 10.01.2013

<sup>301</sup> <http://www.chromewebtab.com/de>, abgerufen am 23.02.2013

<sup>302</sup> Eine Übersicht findet sich unter <http://www.e-teaching.org/praxis/referenzbeispiele/virtuellelabore>, Abgerufen am 13.01.2013

Aufbaus kann also durchaus als anspruchsvoll beschrieben werden: „A design challenge in the practical development of a remote laboratory is to identify an architecture which can provide appropriate access to the remote hardware. In the simplest form, the remote laboratory may be a single experiment, with a custom built web-based interface which may optionally include reporting of measurement data and audio/visual feedback.“<sup>303</sup>

Auch bei einem Remote Lab beginnt die Entwicklung zunächst mit dem Entwurf eines Simulators, der die Eingaben des Nutzers auf Plausibilität testen muss. Stellen wir uns z.B. ein Tankregelungsexperiment vor: Bei falscher Regelung läuft ein Tank über. Im virtuellen Labor wäre dies eine Warnmeldung und vielleicht eine „lustige Animation“. In einem Remote Lab würde dies hingegen eine reale Überschwemmung bedeuten – Nutzereingaben müssen also auf Plausibilität geprüft werden, um ungewollte Situationen zu vermeiden (insbesondere bei physikalischen, chemischen oder biologischen Versuchen relevant!). Nutzbare Techniken für eine Umsetzung sind für die Webanwendung zur Steuerung wiederum alle im Web gängigen Verfahrensweisen (siehe oben). Auf Seite des Laborrechners und Interfaces gibt es keine Restriktionen, solange es eine entsprechende Kommunikationsschnittstelle zwischen beiden Instanzen gibt (z.B. interne Schnittstellen oder auch Webservices/SOA).

Da der Versuchsaufbau eines Remote Labs physisch vorhanden ist, ergibt sich hier wieder eine Restriktion in Bezug auf den Zugriff: Ist nur ein Versuchsaufbau vorhanden, kann dieser auch nur von einem Lerner benutzt werden. Wenn möglich, sind hier Redundanzen vorzusehen oder aber ein Online-Zeitplan für die Organisation von „Labornutzungsslots“ zu integrieren. Die Lerner authentifizieren sich dabei durch das Login beim LMS, über eine Session-Variable (oder Cookie) kann der erfolgte Login geprüft werden. Für die Nutzung von Remote Labs ist eine gute Internetanbindung mit hoher Bandbreite notwendig, da in Echtzeit verschiedene Daten gestreamt werden müssen (vor allem die Webcam-Bilder sind datenintensiv). Zukünftig wird sich das Bandbreitenproblem vermindern und wohl auch die Beschaffenheit von Remote Labs ändern, da die Verknüpfung von Internet, Sensoren und anderen Gegenständen aus der „echten Welt“ enger wird (vgl. „Internet der Dinge“, III.7.8.2).

Sowohl in virtuellen, als auch Fernlaboren ist eine Unterstützung der Lerner notwendig. Zum einen kann dies durch Web 2.0-Features wie der starken Vernetzung von Studierenden untereinander und mit Tele-Tutoren erreicht werden, was das Klären von Fragen für die Benutzung erleichtern kann. Das Problem der Betreuung von Online-Laborarbeit und der Erreichbarkeit von Tutoren wird oft durch das Bereitstellen eines „Chatbots“ zu lösen versucht, was allerdings kein wirklicher Ersatz für eine reale Person ist. Um Probleme und Frustrationen bei der

---

<sup>303</sup> Lowe et al. 2009, S. 2

Benutzung dieser Labore zu vermeiden, können Nutzer anhand von didaktisch geplanten Lernpfaden oder Instruktionen geführt werden. Dies wird z.B. erreicht mit Aufgaben oder aber durch eine vorgefertigte Lernsequenz, die Erklärungen und Übungsaufgaben im Wechsel präsentiert. Die Erklärungen können dabei Lerninhalte, Instruktionen oder Nutzungshinweise in Form von Textnachrichten, Animation oder Video/Audio sein und helfen den Studierenden bei der Benutzung des Labors, indem sie einen einfacheren Einstieg vermitteln; versierte Benutzer können diesen Modus überspringen.

### III.7.7.11. Remote-Access – Verteilter Zugriff auf lokale Ressourcen

Bereits die Vorstellung der Remote Labs im vorangegangenen Kapitel hat einen weiteren möglichen Trend künftiger E-Learning-Umsetzungen angedeutet: Den Fernzugriff auf reale Ressourcen – **Remote Access**. Grundsätzlich ist dieses Thema im E-Learning – mal abgesehen von Remote Labs – noch nicht besonders weit verbreitet, was vor allem im relativ großen Aufwand einer Umsetzung begründet liegt. Denn, wie das Beispiel des Fernlabors zuvor bereits gezeigt hat, sind dafür verschiedene Software- und Hardwareentwicklungen notwendig. Scheut man diesen Aufwand nicht, sind potentiell sehr mächtige Anwendungen möglich – die ihr Potential allerdings eher außerhalb des Bereichs der Aus- und Weiterbildung entfalten. Wie der Name schon sagt, ist damit vor allem jede Art der Fernbedienung realisierbar: Was bei dem heimischen Fernseher bereits lange Standard ist, kann auf sämtliche andere elektronischen Geräte übertragen werden. Denkt man im wissenschaftlichen Kontext z.B. an Maschinen, Sensoren oder andere Geräte in für Menschen lebensfeindlichen Umgebungen, wie z.B. Weltall, Tiefsee, Kraftwerke, etc., werden die Vorteile ersichtlich. Im Bereich der Aus- und Weiterbildung des MINT-Bereichs ist Remote Access vor allem für den Fernzugriff auf verteilte (Labor- oder Forschungs-) Ressourcen interessant, die nicht einfach innerhalb eines virtuellen Labors simuliert werden sollen oder können. Damit sind vor allem diejenigen Einrichtungen gemeint, die aufgrund ihrer thematischen Beschaffenheit, ihrer Größe, eines exponierten Standorts oder immenser Kosten nicht an jedem Ort (Hochschule/Universität) verfügbar gemacht werden können. Beispiele hierfür sind Großrechner, Sensoren in Satelliten, Elektronenbeschleuniger, besondere Versuchsaufbauten oder andere spezielle Geräte. Natürlich wären für so entstehende Lern- oder Forschungsszenarien neue Lösungen und Methoden bezogen auf Hard- sowie Software und Didaktik zu entwickeln – was aber in Anbetracht der Möglichkeiten in speziellen Anwendungsgebieten in Kauf genommen werden sollte.

Im Rahmen der praktischen Umsetzung des Rahmenwerks wurde für den späteren Aufbau eines Remote Labs ein Remote Zugriff auf Laborressourcen realisiert. Dabei können verteilte Lerner ortsunabhängig diejenigen Geräte zum Programmieren und Brennen von Mikrochips nutzen und testen, die auch im Rahmen der Präsenzlehre im Elektroniklabor des Arbeitsbe-

reichs Technische Informatiksysteme an der Universität Hamburg zum Einsatz kommen. Diese Entwicklung wird in Abschnitt IV.3.5 vorgestellt.

### III.7.7.12. Validatoren für Programmieraufgaben und andere Übungen

Im Rahmen der Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich sind in vielen Bereichen heute weitergehende IT-Kenntnisse notwendig, die vor allem in den Bereich der Programmierkenntnisse führen. Zumeist betrifft dies zwar nur die fortgeschrittene Nutzung spezieller Anwendungssoftware, aber auch dort ist z.B. für Simulationen in Naturwissenschaften die Programmierung von Modellen oder Algorithmen in speziellen Skriptsprachen erforderlich. Zudem bedienen sich alle wissenschaftlichen Disziplinen der Mathematik als Hilfswissenschaft, bei der Teile des „Handwerks“ in der Beweisführung oder Berechnung von Formeln, bzw. Modellen, liegen. Auch diese Fertigkeiten entstehen nach dem ersten Verständnis überwiegend durch die Übung. Im Rahmen des E-Learnings muss also eine einfache und elegante Möglichkeit geschaffen werden, wie derartige Aufgaben bearbeitet, dabei eingeübt, aber vor allem auch selbständig (vielleicht automatisiert) verifiziert, bzw. korrigiert, werden können. Denn Übungsaufgaben sind wichtig, um das Verstehen der Inhalte zu fördern und das gelernte Wissen durch Anwendung zu festigen.

Dazu bietet sich das Konzept der **Validatorn** an, die in dieser Arbeit entwickelt wurden. Das Verb „validieren“ meint in diesem Kontext: „Werte auf Zuverlässigkeit, Richtigkeit überprüfen, verifizieren“. Unter Validatoren werden dabei Softwareprodukte verstanden, die anhand einer Eingabe (z.B. die Lösung einer Übungs- oder Programmieraufgabe) einerseits überprüfen können, ob diese richtig ist und andererseits Vorschläge präsentieren, wie ein falsche Lösung korrigiert werden muss. Dabei prüfen *Übungsaufgabenvalidatoren* die Richtigkeit von bestimmten Lösungen von mathematischen Berechnungsaufgaben und *Validatorn für Programmieraufgaben* entsprechende Lösungen, die in Form von Quellcodes angegeben wurden. Für die Entwicklung dieser Validatoren werden zwei Strategien vorgeschlagen:

1. Für Übungsaufgabenvalidatoren für Mathematik wird eine Webanwendung erstellt, die einerseits automatisiert Aufgaben und zeitgleich entsprechende Musterlösungen generiert – dies ist aufgrund eindeutiger Lösungsstrategien und -mengen eindeutig richtiger Lösungen zumeist möglich. Somit ist es für Studierende jederzeit möglich, „mehr“ Übungsaufgaben und zugehörige Musterlösungen zu erhalten. Die Validierung erfolgt hier anhand des berechneten Ergebnisses oder spezieller – vorher bekannter – Zwischenergebnisse. Gleichwohl ist dies nur für nicht allzu komplexe Probleme möglich, für die nur eine endliche Menge von Lösungswegen existiert – was aber auf viele typische „Rechenaufgaben“ zutrifft.

2. Programmieraufgaben sind zumeist schwieriger zu validieren, da es hier nicht nur einen richtigen Lösungsweg gibt und auch nicht bestimmte Zwischenschritte überprüfbar sind. Hier ist die grundsätzliche Strategie, spezielle Aufgaben vorzugeben, das Ergebnis zunächst auf syntaktische Richtigkeit zu prüfen (anhand der Spezifikation der Programmiersprache), den Quellcode im zweiten Schritt aber auch semantisch anhand eines simulierten Parser- und Compilerdurchlaufs zu prüfen – um eine wirkliche Aussage über die Ausgabe des Programms treffen und so entscheiden zu können, ob die Lösung „richtig“ oder „falsch“ ist.

Zweifelsohne ist die Entwicklung derartiger Validatoren aufwendig – dies gilt nicht nur für die Entwicklung des Programmrahmens, sondern insbesondere auch für die Erstellung entsprechender Aufgaben (sofern dies nicht automatisch geschieht). Allerdings sind diese im Vergleich zu realen Mitarbeitern zu jedem Zeitpunkt einsatzfähig und können bei entsprechender Umsetzung auch für neue Aufgaben abgewandelt oder wiederverwendet werden. Hinzu kommt, dass diese den Lernprozess in Bezug auf das „Anwenden und Einüben“ positiv unterstützen werden. Für die Einbindung in die E-Learning-Webanwendung sollten die Oberflächen wiederum im Browser lauffähig sein. Welche Technik im Hintergrund Anwendung findet, hängt stark vom Kontext ab. Während mathematische Übungsaufgabenvalidatoren eher Programmiersprachen wie Fortran, C, C++, Python oder die serverseitige Unterstützung von Matlab erfordern, bieten sich für Programmiervalidatoren eher diejenigen Programmiersprachen an, die vielfältige Packages für das Parser anderer Sprachen bereithalten – wie z.B. Java. Im Rahmen der Umsetzung dieses Rahmenwerks wurde ein „Programmiervalidator“ für die Hardwarebeschreibungssprache VHDL entwickelt – der Abschnitt IV.3.4 zeigt weitere Details.

### III.7.8.Ausblick auf mögliche zukünftige Trends im E-Learning

Zeitgemäße E-Learning-Systeme müssen sich technisch nicht nur am Stand der Technik orientieren, sondern auch absehbare zukünftige Trends insofern berücksichtigen, dass eine Adaptierung dieser zu einem späteren Zeitpunkt möglich bleibt. Die bislang skizzierte E-Learning-Anwendung umfasst neben dem Blended Learning an sich alle technologischen Trends der aktuellen Diskussion, wie z.B. Mobile Learning, Web 2.0, bzw. Social Software/Media, unterschiedlichste Lernformen für elektronisch unterstützte Weiterbildung und vielfältige Tools zur Aufwertung des Lernprozesses für MINT-Inhalte (vgl. III.7f). Gleichermaßen kommen zugehörige aktuelle didaktische Vorgehensweisen zum Einsatz.<sup>304</sup>

---

<sup>304</sup> Vgl. Bourne 2005, S. 36f

Natürlich ist ein umfassender Blick in die Zukunft des E-Learnings – zur Abschätzung kom-mender Trends – kaum möglich. Allerdings lassen sich aus den aktuellen Entwicklungen der Gesellschaft und ihrem Umgang mit bestehen (Informations- und Kommunikations-) Techni-ken Rückschlüsse auf die kurz- bis mittelfristige Entwicklung ziehen. Dabei wird Eines schnell klar: Der Siegeszug mobiler Geräte, allen voran Smartphones und Tablet-PCs, ist kaum aufzuhalten. Es ist also abzusehen, dass zukünftig gezielt mobile Lernarrangements gefordert sein werden, mit welchen konkreten „Geräten“ auch immer diese dann empfangen werden. Um die Möglichkeit der Auslieferung von Lerninhalten auf heterogenen Endgeräten zu garantieren, wurde ein Single-Source-Ansatz zur Speicherung aller Daten vorgestellt, der insbesondere durch (ggf. noch zu entwickelnde) Konvertersoftware jedes (auch zukünftig) geforderte Datenformat unterstützen wird. Ebenso ist schon jetzt eine zentrale Speicherung und Bearbeitung der Inhalte vorgesehen, die prinzipiell die Verteilung der Inhalte über einen Cloud-Dienst zulässt. Insgesamt ist das System so modular ausgelegt, dass es partiell ergänzt und so auf neue technologische Trends ausgerichtet werden kann – ob diese dann wirklich auch eintreffen, bleibt abzuwarten. Denn ausgehend von den sehr schnell aufkommenden technologischen Trends, ist ein realer Einsatz dieser im E-Learning deutlich zeitverzögert. Zum einen liegt das an der späteren Verfügbarkeit entsprechender Geräte (wie z.B. bei Mobile Learning<sup>305</sup>) für die breite Masse, zum anderen an der Entwicklung entsprechender didakti-scher Modelle. Beides muss zudem in E-Learning-Lösungen integriert werden – eine gewis-ses „Hinterherhinken“ ist also normal, entschuldigt aber nicht das „Ignorieren“ von Trends.

In den folgenden beiden Abschnitten werden nun „heiße Anwarter“ für kommende Trends und deren Auswirkungen aufs E-Learning vorgestellt: Cloud-Computing, Ubiquitous Lear-ning und das Internet der Dinge.<sup>306</sup>

### III.7.8.1. Cloud-Computing – der Speicherort von morgen

Im Allgemeinen beschreibt Cloud-Computing (deutsch: „Rechnen in der Wolke“) eine Form der Datenspeicherung in einer abstrahierten IT-Infrastruktur („Datenwolke“). Dabei können sowohl Daten als auch ausführbare Software „in der Cloud“ gespeichert werden. Der Zugriff erfolgt via Netzwerk (z.B. das Internet) auf bestimmten Schnittstellen des Angebots. Der wahre Speicherort von Daten oder Software wird verschleiert, mit dem Ziel, dass sich der Benutzer „keine Gedanken mehr darum machen muss“ und „alle Daten von überall aus er-reichbar sind“ (vgl. Abbildung 32). Im Konkreten meint dies nichts anderes, als dass alle re-levanten Daten eben nicht mehr auf einem lokalen Gerät gespeichert werden, sondern zentral

<sup>305</sup> Wurde bereits um das Jahr 2000 erwähnt, ist aber erst seit der breiten Einführung von Smartphones und entsprechender mobiler Breitbandinternetverbindungen um das Jahr 2008 wirklich nutzbar.

<sup>306</sup> Vgl. MMB 2012, S. 2f



auf einem oder mehreren Server(n) abgelegt sind und der Zugriff somit ortsunabhängig möglich ist (sofern Verbindung zum Netzwerk besteht). Die Steuerung der Ressourcen erfolgt, im Gegensatz zum Grid-Computing, zentralisiert und nicht verteilt. Im Vergleich zum Betreiben eines eigenen Webservers, ist eine „Cloud“ ein stark skalierbares, verteiltes System, das in einem großen Rechenzentrum beheimatet ist – beispielsweise bestand der Cloud-Service von Google im Jahr 2009 aus ca. 15.000 vernetzten Server-Rechnern<sup>307</sup> und es können problemlos weitere hinzugeschaltet werden, um Ressourcen wie Speicherplatz oder Rechenleistung zu erhöhen. Auf diese Weise ergeben sich schier unbegrenzte Serverkapazitäten und diverse Kosteneinsparungs- oder Pool-Effekte können genutzt werden. Bis heute hat jeder große Anbieter von Hard- oder Software sein eigenes Angebot zur Datenspeicherung in der „Cloud“, wie z.B. Google Cloud<sup>308</sup>, Apple iCloud<sup>309</sup>, Microsoft SkyDrive<sup>310</sup>, Amazon Cloud Drive<sup>311</sup>, etc.

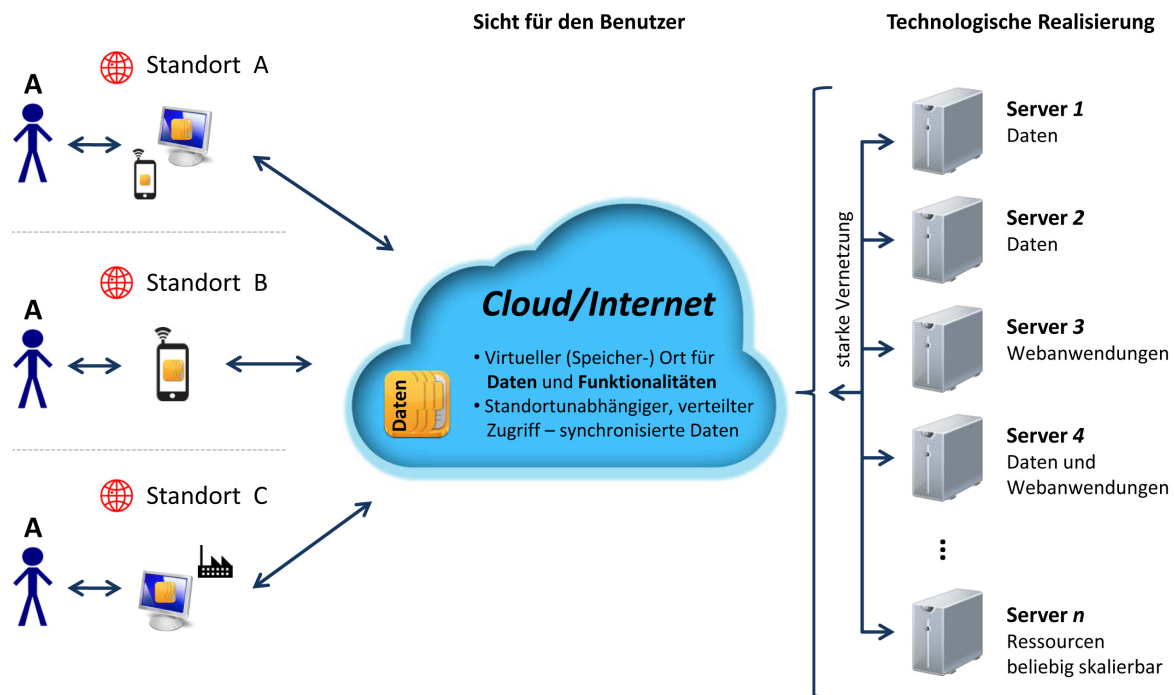


Abbildung 32: Cloud-Computing als Speichertechnik verteilter Lernszenarien<sup>312</sup>

In der aktuellen E-Learning-Diskussion ist man sich sicher, dass Cloud-Computing eine der kommenden Technologien im E-Learning sein wird.<sup>313</sup> Aber welche Auswirkungen hätte Cloud-Computing auf E-Learning? Für den Benutzer der E-Learning-Anwendung, also für

<sup>307</sup> <http://de.slideshare.net/guest2cb4689/google-file-system>, abgerufen am 16.02.2013

<sup>308</sup> <https://cloud.google.com>, abgerufen am 17.02.2013

<sup>309</sup> <https://www.icloud.com>, abgerufen am 17.02.2013

<sup>310</sup> <https://skydrive.live.com>, abgerufen am 17.02.2013

<sup>311</sup> <http://www.amazon.de/gp/feature.html?ie=UTF8&docId=1000655923>, abgerufen am 17.02.2013

<sup>312</sup> Eigene Darstellung.

<sup>313</sup> Vgl. MMB 2012, S. 7f

Lerner oder Dozent, würde sich zunächst gar nichts ändern, da diese schon jetzt über das Internet auf das E-Learning-Angebot zugreifen – wo und wie die dazu notwendige Software und Inhalte gespeichert sind, ist für diese Gruppe bereits jetzt kaum ersichtlich und wohl auch nicht von Interesse. Für den Anbieter von E-Learning-Produkten allerdings sind im Rahmen des Einsatzes von Cloud-Computings unterschiedliche Entscheidungen zu treffen. Dies betrifft vor allem die Frage, welche Teile des Angebots ausgelagert werden sollen. Also z.B. nur multimediale Daten (die so von einem leistungsstarken System gestreamt werden können) oder alle Lerninhalte, andere interaktive, ressourcen- oder speicherintensive Anwendungen, vielleicht nur die Verwaltung der Benutzer oder das komplette E-Learning-System? Jedes Vorgehen bietet Vor- und Nachteile, die in der Regel anhand von speziellen Kriterien abgewogen werden müssen, wie z.B. Kosten, Ausfallsicherheit, Steuerungsmöglichkeiten, Auslagerung von Services und Nutzung von IT-Dienstleistungen. Welche genauen Fragestellungen hier entstehen und welches Vorgehen das Richtige ist, lässt sich pauschal kaum beantworten und muss im speziellen Projektkontext erörtert werden. Im Umfeld von Bildungsinstitutionen – wo in der Regel Zugriff auf ein hauseigenes und starkes Rechenzentrum besteht – verbleiben die E-Learning-Anwendungen und -Daten wohl „im eigenen Haus“ und werden dort verwaltet. Gleiches gilt für Fachbereiche wie Informatik oder sehr stark spezialisierte Lösungen, die eine einfache und direkte Möglichkeit des Zugriffs für Steuerung oder programmiertechnische Änderungen erfordern.

Die komplette Auslagerung des E-Learning-Systems (also inklusive aller Anwendungen, Lerninhalte, Nutzer- und anderer Daten) wird aber zukünftig wohl verstärkt wahrgenommen werden. Dies wird heute unter dem Begriff „**E-Learning as a (Web-) Service**“ beschrieben (vgl. III.7.2, Abbildung 21). Dabei ist die komplette E-Learning-Software zentral (in einer Cloud) gespeichert und es kann von anderen Anwendungen über bestimmte Schnittstellen/APIs darauf zugegriffen werden. Generell gilt, dass grundsätzlich zwar jede E-Learning-Anwendung potentiell in eine Cloud übertragen werden könnte, aber nicht immer werden sich dadurch für den Anbieter Vorteile ergeben, da dadurch z.B. die Kosten steigen oder die individuelle Änderbarkeit des Angebots eingeschränkt werden könnte.

### **III.7.8.2. Ubiquitous Learning und Internet of Things**

Durch die gestiegene Verbreitung von Geräten zur Nutzung des mobilen Lernens wird es nunmehr wirklich möglich, nahezu „überall“ zu lernen und es ergeben sich dadurch vielfältige, neuartige Lernszenarien (vgl. III.5.3.4). Diese haben allerdings (überwiegend) eine Gemeinsamkeit, denn das Gerät ist nach wie vor die einzige Schnittstelle zum E-Learning-System, die Lernsoftware und der Lernprozess werden also in der Regel serverseitig „gesteuert“, lediglich in Wechselwirkung mit dem Lerner.

Im Vergleich dazu ist ein möglicher zukünftiger Trend das **Ubiquitous Learning**, das als eine Adaption des „Ubiquitous Computings“ („allgegenwärtiges, durchdringendes Rechnen“)<sup>314</sup> für das elektronisch unterstützte Lernen gelten kann. Die „Rechnerallgegenwart“ ist das Gegenteil des traditionellen Desktop Computings und wird im Allgemeinen so beschrieben: “Ubiquitous computing describes the tendency of merging computers with non-computerized objects and creating connectivity and interoperability between computers and non-computers. [...] It also included the ideas of computers being present literally everywhere and having ‘intelligent objects’ and ‘things that think’ around, improving our everyday life, work and learning without disturbing or distracting by their presence”.<sup>315</sup> Den Zusammenhang zwischen traditioneller, mobiler, pervasiver und ubiquitärer Rechnernutzung verdeutlicht Abbildung 33.

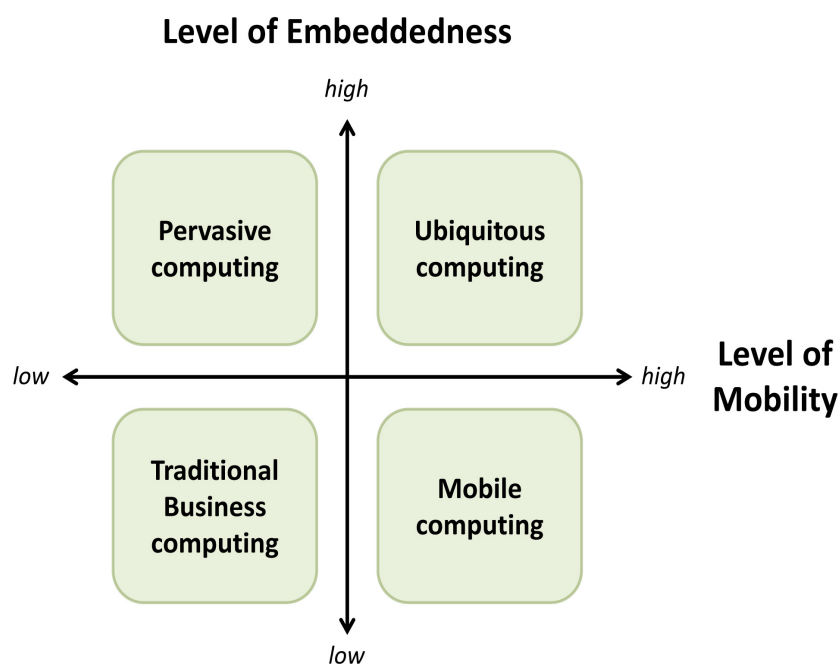


Abbildung 33: Dimensionen des „ubiquitous computing“<sup>316</sup>

Natürlich hat das grundverschiedene Verständnis der o.a. Rechnernutzungsarten eine deutliche Auswirkung auf die Verwendung derartiger Techniken für das E-Learning. Es zeigen sich z.B. folgende Unterscheidungsmerkmale:

- *E-Learning* – “Traditional Desktop Computer Assisted Learning constitutes low mobility and not being embedded in or using information about the environment.
- *Mobile Learning* is regarded as being highly mobile, but it also does not use contextual information and is not embedded in the environment.

<sup>314</sup> “Pervasive Computing” (durchdringendes Rechnen) wird oft synonym zu Ubiquitous Computing verwendet.

<sup>315</sup> Bollen 2010, S. 25

<sup>316</sup> Lyytinen and Yoo 2002 in Bollen 2010, S. 27

- *Pervasive Learning* environments are not considered mobile, but they use environmental information (location, nearby learners and devices, etc.).
- *Ubiquitous Learning* environments are categorised as highly mobile systems that dynamically include environmental and contextual information.”<sup>317</sup>

Und genau im letzten Punkt zeigt sich dann auch der gravierende Unterschied zum vom Server gesteuerten Lernprozess: Ausgehend von kontextsensitiven Informationen, die von der Umgebung (die von Rechnern durchdrungen ist) abhängig sind, kann der Lernprozess verändert werden. D.h. es entstehen Wechselwirkungen zwischen dem Lerner, der Situation oder dem Ort, an dem sich der Lerner befindet und dem E-Learning-System. Beispielsweise können neue Informationen oder veränderte praktische Aufgaben sichtbar werden – ein mögliches Lernszenario, das einige Facetten der neu entstehenden Möglichkeiten zeigt, wurde bereits in Abbildung 18 in Abschnitt III.5.3.5 skizziert.

Der potentielle Ausbau des Ubiquitous Computings, bzw. des Ubiquitous Learnings – bei dem Alltagsgegenstände zu allgegenwärtigen Rechnern werden – wird von einem anderen Umstand begleitet, der derzeit unter dem Begriff **Internet der Dinge** (engl. „Internet of Things“) beschrieben wird. Darunter wird verstanden, dass beliebige, eindeutig identifizierbare<sup>318</sup>, physische Objekte („Things“) zu Teilnehmern in einer Internet-ähnlichen Struktur werden können, um so langfristig die Informationslücke zwischen realer und virtueller Welt zu minimieren.<sup>319</sup> Für das Ubiquitous Learning entstehen durch die potentielle Erkennung oder Repräsentierbarkeit von Gegenständen im Internet oder in Softwaresystemen natürlich wiederum vielfältige Möglichkeiten. Denn auf diese Weise können nicht nur statische Objekte der Umgebung, die bereits vernetzt (also z.B. mit dem Internet verbunden) sind, als Trigger oder Akteure für den Lernprozess fungieren. Vielmehr können dies nunmehr auch „tote, ansonsten nicht elektronisch erreichbare“ sich verändernde oder bewegende Objekte sein. Diese beeinflussen Situationen und Kontexte des Lernens und steuern den Lernprozess mit.

So schön die mit viel Kreativität erdachten Lernszenarien auch sein mögen: Derzeit stehen derartige Unternehmungen noch am Anfang. Zwar sind die einzelnen, dafür notwendigen, Techniken potentiell verfügbar, ein großes E-Learning-System oder gar didaktische Modelle zur Durchführung eines ubiquitären Lehr-/Lernbetriebs gibt es aber noch nicht. Bezogen auf die zugrunde liegende Hard- und Softwareplattform hätten die dafür notwendigen Lernumgebungen wohl auch nur noch wenig mit den heute eingesetzten Client-/Server-Architekturen zu tun. Sie müssten vielmehr zu eher verteilten Systemen werden, die das entstehende Lernnetz-

<sup>317</sup> Ogata et al. 2005, in Bolle 2010, S. 28

<sup>318</sup> Z.B. durch RFID (Radio-Frequency IDentification), Strichcode oder 2D-Code

<sup>319</sup> Vgl. <http://www.internet-der-dinge.de/>, abgerufen am 25.01.2013

werk steuern und die Kommunikation zwischen den unzähligen Geräten, bzw. Inputs, regeln, die in Form von Sensoren/Scanner-Daten, RFID-Signalen, 2D-/Barcode oder als Daten über andere Schnittstellen und Netzwerken (wie z.B. Bluetooth- oder WLAN-Sendern, Rechnern/Servern) im System auflaufen. Zudem ist die (Weiter-) Entwicklung verschiedenartiger mobiler Geräte (Hardware) notwendig, um das volle Potential situationsbasierter Lernszenarien (am Arbeitsplatz oder zuhause) ausschöpfen zu können.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die hier vorgestellten Trends sicherlich das Potential zu umwälzenden Veränderungen in der elektronisch unterstützten Aus- und Weiterbildung bieten würden. Ebenso lassen sich theoretische Lernszenarien entwerfen, die in diesen speziellen Kontexten einen Mehrwert bedeuteten. Allerdings sind derartige Bildungsprogramme derzeit noch wenig bis gar nicht konzeptuell, technisch, didaktisch oder inhaltlich ausgestaltet. Somit ist derzeit nicht abschätzbar, mit welchen Kosten bei einer Umsetzung, im Vergleich zum späteren Nutzwert, derartiger Lösungen zu rechnen wäre. Sollte es sich abzeichnen, dass sich die hier beschriebenen Trends mittel- bis langfristig durchsetzen, sind noch viele offene Fragen hinsichtlich der Technik, der E-Learning-Systeme, spezieller Lerninhalte und didaktischer Instrumente in weiteren Forschungsinitiativen zu klären. Dass Ubiquitous Computing in der Zukunft eine Rolle spielt, ist sicher – schon heute nimmt die Vernetzung von Alltagsgegenständen stetig zu. Ob dies auch bedeuten muss, dass sich derartige Systeme für das E-Learning durchsetzen, darf allerdings kritisch hinterfragt werden.

### III.7.9.E-Portfolio für Lebenslanges Lernen und MINT

Unter dem Begriff **E-Portfolio** versteht man heute eine strukturierte, digitale Sammelmappe, in der Informationen und Daten rund um Leistungen und Prozesse der Kompetenzentwicklung von Lernenden selbständig dokumentiert werden können. Falls gewünscht, können diese Daten auch in unterschiedlicher Zusammenstellung oder Aufbereitung auf öffentlichen Profilseiten präsentiert werden, z.B. als Lebenslauf, CV oder Liste von Feedback-/Blog-Einträgen. Ziel eines solchen lernerzentrierten E-Portfolios, das in der Regel in Form einer webbasierten Software (z.B. als Bestandteil eines LMS) realisiert wird, ist es, dem Studierenden die Möglichkeit zu geben, den eigenen Lernprozess zu dokumentieren, zu analysieren und durch die Reflexion positive Effekte für das eigene Lernen zu erzielen:

- „the students learn while creating their portfolios, the resulting portfolios showcase their skills and build the basis for assessment. [ ...]
- Beyond these general purposes, portfolios are valuable for personal development planning.
- Students keep a record of learning spanning formal education and life experience.

- They reflect on how well their learning matches requirements of employers
- Career planning and CV writing are assisted by record keeping and reflection”<sup>320</sup>

Sowohl für Studierende als auch für Hochschulen bieten sich durch den Einsatz von E-Portfolios einige Vorteile: Für Lerner kann sich vor allem die Dokumentation des Lernprozesses – also z.B. welcher Wissensstand oder welches Qualifikations-, bzw. Kompetenzniveau wann oder wie erreicht wurde (Üben von realistischer Selbsteinschätzung) –, ein im Portfolio gesammeltes Feedback von anderen Lernern, Betreuern oder Dozenten und die gezielte Auseinandersetzung mit diesen Informationen positiv bemerkbar machen. Hochschulen wiederum werden die E-Portfolio-Software als Instrument für die Durchführung und Beurteilung der Online-Lehre verwenden, die technischen Möglichkeiten zur Sammlung von Leistungen und Ergebnissen zur Generierung von Zeugnissen, Zertifikaten oder Lebensläufen nutzen und die vielfältigen (öffentlichen) Feedbacks und Meinungen zur Optimierung des eigenen Lehrangebots (bezogen auf die Durchführung, die Lerninhalte und die Betreuer/Dozenten) heranziehen. Als nachteilig am Konzept des E-Portfolios stellt sich in der Praxis schnell heraus, dass die Nutzung freiwillig ist und größtenteils intrinsisch motiviert sein muss. „The intellectual involvement required for developing a portfolio cannot be enforced and that students need to have freedom to set their own goals, objectives and future directions through continuous reflection.”<sup>321</sup> Oftmals scheitern E-Portfolio-Bemühungen an der einfachen Tatsache, dass sie nicht verwendet werden. Das liegt in der Regel darin begründet, dass dessen Nutzung für (berufsbegleitende) Lerner zunächst einen zusätzlichen Aufwand bedeutet (z.B. Schreiben eines digitalen Lerntagebuchs), ohne den Mehrwert („was bringt mir das?“) direkt erkennen zu können. Die Konzipierung entsprechender motivationaler Momente, unabhängig von einer Nutzungspflicht oder einem Zwang, sind empfehlenswert. E-Portfolios sind heute in vielen englischsprachigen Ländern gut etabliert (vor allem in den USA) und dort ein Standardwerkzeug zur Begleitung von Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen.

In großen Teilen Europas und auch in Deutschland konnte sich das E-Portfolio-Konzept in der (universitären) Ausbildung bislang nicht durchsetzen. Bei der Planung von aktuellen Blended E-Learning-Lösungen sollten diese allerdings stets Berücksichtigung finden, da sie im Schnitt mehr Vorteile bringen, als Aufwand erfordern. Dies gilt umso mehr, wenn die Angebote gezielt internationale Studierendengruppen ansprechen sollen (=englischsprachig), da diese das E-Portfolio-Konzept nicht nur kennen, sondern es auch als gewinnbringend empfinden und somit erwarten werden. Zudem ist eine Realisierung eines (Standard-) E-Portfolios, technisch betrachtet, wenig aufwendig: Nahezu jedes gängige LMS bietet heute diverse

---

<sup>320</sup> Heinrich et al. 2007, S. 653

<sup>321</sup> Heinrich et al. 2007, S. 661

Plugins, bzw. Module<sup>322</sup>, um typische Funktionalitäten innerhalb der Lernumgebung zu schaffen.<sup>323</sup> Daher ist von einer Eigenentwicklung eher abzuraten. Wird dies doch erwägt, kann das E-Portfolio-System softwaretechnisch z.B. an der Studierendenverwaltung im System ansetzen, da hier ähnliche Daten gespeichert werden. Das Verwaltungssystem muss dann um die fehlenden Daten ergänzt werden, sodass alle gewünschten „Items“ für Studierende auf deren (privaten oder öffentlichen) Profilseiten speicher- oder anzeigbar sind.

Gängige E-Portfolio-Umsetzungen speichern in der Regel unterschiedliche Kategorien von Daten, auch *Artefakte* genannt, und zugehörige Daten oder *Items*. Diese sind z.B.:

- **Persönliche Daten:** Gängige Profildaten (Items: Name, Alter, Adresse, Kontaktdaten, Social Software-Profil, Kurse, Abschlüsse, Matrikelnummer, Photos, Interessen, etc.)
- **Kompetenzen:** Fachkompetenzen (Fächer, Schwerpunkte, Stärken, Schwächen, Erfolge), Sprachkompetenzen und Sozialkompetenzen
- **Lernprozesse oder Lernpfade:** Arbeitspläne (Blog, digitales Tagebuch), Arbeitsmethoden (welche Kurse), Leistungsübersicht (welche Kurse wurden belegt, welche Übungsaufgaben bearbeitet, welche Projekte, etc.) und ggf. Leistungsbewertungen
- **Feedback:** Von anderen erhaltene Anmerkungen (z.B. Tutoren, Dozenten oder andere Lerner), geäußerte Anmerkungen (Feedback über andere) und ggf. eine Selbstreflexion, die eine Auseinandersetzung mit dem kompletten Lernprozess und den darin enthaltenen Aufgaben sowie Personen enthalten kann.

Dabei werden einige dieser Daten automatisch gesammelt, also vom System generiert und dem entsprechenden Benutzer-Portfolio hinzugefügt. Die meisten jedoch müssen manuell vom Studierenden gesammelt oder eingegeben werden. Beispielsweise muss ein digitales Tagebuch natürlich eigenständig geführt werden. Öffentliche Feedbacks hingegen können abonniert werden und werden dann automatisch als neue Nachrichten in einer eigenen Inbox angezeigt. Ebenso werden Übungsergebnisse oder Leistungsnachweise direkt automatisch dem eigenen Portfolio hinzugefügt und können dort weiterverwendet oder kommentiert werden. Insbesondere für die Erstellung von personalisierten CVs oder Leistungsnachweisen, die um eigene Kommentare ergänzt werden können, bieten sich E-Portfolios dann an.

Für den Einsatz im MINT-Bereich müssen E-Portfolios kaum angepasst werden, da sie ihre Stärken (bei idealtypischer Nutzung) relativ unabhängig vom jeweiligen Fachgebiet entfalten können. Es ist lediglich darauf zu achten, dass alle relevanten Lehrformen und Kommunikationsmittel auch entsprechend repräsentiert sind (z.B. Blogs, Foren, Chats, Kommentarfunktion-)

---

<sup>322</sup> Z.B. „Mahara“ (<https://mahara.org/>) oder „MyStuff“ für Moodle.

<sup>323</sup> Übersicht über E-Portfolio-Software, [http://de.wikipedia.org/wiki/E-Portfolio#Was\\_ist\\_eine\\_E-Portfolio-Software.3F](http://de.wikipedia.org/wiki/E-Portfolio#Was_ist_eine_E-Portfolio-Software.3F), abgerufen am 20.11.2012

nen, etc., die über eine Schnittstelle Daten an das E-Portfolio senden können), sodass die dort gewonnenen Daten auch weiterverwendet und gespeichert werden können.

Im Kontext des Lebenslangen Lernens muss insbesondere darauf geachtet werden, dass sich das E-Portfolio gemäß der verschiedenen Kompetenzen und Fähigkeiten skalieren lässt, sodass bei der Beschreibung der Lernprozesse – die überspitzt gesagt innerhalb eines kompletten Lebens stattfinden – auch die Lebenssituation, individuelle Standpunkte/Perspektiven und die gemachten Erfahrungen des Individuums Berücksichtigung finden. Dies kann z.B. durch weitere Artefakte oder eine geschickte Präsentation der Daten in anderen Kategorien oder Zeitlinien erfolgen. Ist dies geschehen, bieten sich aber gerade im Bereich der Anrechnung von bereits erlerntem Wissen oder bestehenden Kompetenzen – die u.a. Ergebnis informeller Lernprozesse sind – diverse Einsatzmöglichkeiten. Denn aktiv genutzte E-Portfolios mit regelmäßigen Einträgen sagen oftmals mehr über die individuelle Lernkurve, den Lernprozess und die so gewonnenen Kompetenzen aus, als eine einzelne Note in einem Abschlusszeugnis.

Ebenso muss berücksichtigt werden, dass sich lebenslange Lerner nicht mehr dauerhaft in der Schule oder an der Universität befinden, also nicht mehr zwangsweise Erstlerner sind. Es geht beim Führen eines E-Portfolios also nicht mehr primär um die Dokumentation des Lernprozesses zur Ausgestaltung des CV, sondern vor allem auch um spezielle, berufsbegleitende Weiterbildungen und spezielle Facetten von Fachwissen. Somit werden Arbeitgeber, bzw. Unternehmer (als eine weitere Zielgruppe im Rahmen des Lebenslangen Lernens), vielleicht auch ein Interesse am Lernprozess an sich haben (informelle Qualifikationen). Dafür müssen Vertreter der Unternehmen bei der Entwicklung des E-Portfolios natürlich ein Mitspracherecht haben, sodass alle notwendigen Daten erfasst werden können. Auf Anbieterseite ist dann vor allem darauf zu achten, dass private Personendaten oder Reflexionen (die auch Schwächen und Misserfolge enthalten können) nicht zur Bewertung von (oder *gegen*) Individuen durch Unternehmen verwendet werden können. Dabei handelt es sich aber um „normale“ Sicherheitsaspekte und Datenschutzfragen in sozialer Software oder Web 2.0.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass E-Portfolios zwar in Deutschland nicht zum erwarteten Umfang einer E-Learning-Umgebung zählen und wohl nicht sofort entsprechend genutzt werden (würden). Dennoch bieten sich durch sie Vorteile und Chancen, die genutzt werden sollten – dies gilt umso mehr, da die Entwicklung und das Einbinden von E-Portfolios in gängigen LMS-Systemen kaum mit einem hohen Aufwand verbunden sind. Anpassungen für die Nutzung im Kontext des Lebenslangen Lernens sind dann zu empfehlen, wenn mit einer Zielgruppe zu rechnen ist, die diese Funktionalitäten stark nutzen wird oder das System Bestandteil der Bewertung oder Anrechnung von Leistungen und Kenntnissen ist.



### III.7.10. Kritische Faktoren bei der Umsetzung der E-Learning-Lösung

Die vorangegangenen Abschnitte haben viele technische Facetten zur Realisierung des E-Learning-Systems gezeigt. Dennoch ist der Einsatz all dieser Techniken noch kein Garant für eine erfolgreiche Umsetzung, da hierzu auch noch andere Rahmenbedingungen „stimmen müssen“. Denn selbst bei einer „idealtypischen“ Umsetzung der Software, gibt es eine Reihe von Gründen, warum IT in der Ausbildung nicht erfolgreich ist oder sein muss:

- “teachers are not fully conversant with educational uses of IT
- teachers lack vision
- teachers are not confident with new pedagogical approaches
- teachers are excluded from financial decision making regarding resources
- teachers don’t have time to consolidate their learning
- teachers lack advice on best practice in their curricular or subject area
- teachers resources are not consistently available across subjects or across schools
- many hardware resources are old and lack sophistication
- educational software is in short supply and not specifically targeted at the curriculum
- pupils do not enjoy regular access to hardware <sup>324</sup>

Neben den allgemeinen Problemen des (Blendend) E-Learnings (vgl. VI.1.1.1.3 und VI.1.2.2), zeigen sich hier vor allem Schwierigkeiten, die aus *Eigenschaften* von Lehr- und Lernpersonen resultieren. Zudem scheitert es nicht nur an der Einstellung, sondern auch an übergreifenden Hindernissen in Prozessen oder Strukturen, an kulturellen oder psychologischen Hürden<sup>325</sup> und den bereits angeführten Innovationsbarrieren (vgl. VI.1.2.2 und VI.2.2.4), wie z.B. am *Willen* der beteiligten Personen und Institutionen<sup>326</sup> – ganz abgesehen von omnipotenten Problemen der Finanzierung, die maßgeblich die zeitlichen, inhaltlichen und technischen Möglichkeiten beeinflussen.

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass für eine erfolgreiche und innovative E-Learning-Umsetzung nicht nur eine gute und fundierte IT-Infrastruktur und Software notwendig sind. Sondern vor allem sind auch die Bereitschaft der Institutionen, förderliche Rahmenbedingungen für deren Nutzung zu schaffen und der starke Willen der in der Lehre involvierten Personen obligatorisch, diese IT-Lösungen dann auch zu nutzen. Letztendlich gehört wohl auch etwas „Glück“ dazu, dass das E-Learning-Programm auch positiv angenommen wird.

---

<sup>324</sup> McDougall et al. 2010, S. 50

<sup>325</sup> Vgl. Reinmann-Rothmeier 2003, S. 20f

<sup>326</sup> McDougall et al. 2010, S. 29

### III.8. E-Learning-Enrichment-Tools für MINT

„Lernen“ findet sehr individuell statt – jeder Mensch lernt anders, bevorzugt eigene Methoden und benötigt verschiedene Zeiträume, bis Inhalte als „verstanden“ gelten oder „Wissen gespeichert“ ist. Dass dem so ist, kann als allgemeingültig angenommen werden, die psychologischen Grundlagen des Lernens, bzw. verschiedener Lernformen, sind im Anhang unter VI.1.1.1.4 angegeben. Eine Verbesserung kann hier also insofern ansetzen, dass das System möglichst flexibel gestaltet ist und den Lernern viele Freiheitsgrade in Bezug auf Darstellung, Lernarten, Möglichkeiten zur Festigung des Wissens oder des Lernprozesses einräumt. Obwohl dies kaum alle Probleme im E-Learning löst, ist diese Individualisierung ein wichtiger Schritt. Auf diese Weise werden z.B. die Forderungen des lebenslangen Lernens an die Flexibilität des Studiums erfüllt und neue Lernszenarien ermöglicht. Ebenso bildet das webbasierte System, die digitale Durchführung der Lehre und Auslieferung der Inhalte das Fundament für die Orientierung anhand der Interessen der einzelnen Zielgruppen. Natürlich „steht und fällt“ E-Learning mit der Güte der Inhalte! Dies gilt umso mehr, da die Lerninhalte des MINT-Bereichs in der Regel weniger auf reinem Fließtext basieren, sondern vor allem andere Arten von Informationen dargestellt und erklärt werden müssen, wie in Formeln dargestellte mathematische Modelle oder andere Zusammenhänge aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Als ein geeignetes Mittel, um dieser inhaltlichen Besonderheit zu begegnen, wurden bereits verschiedene Formen von alternativen Darstellungen (vgl. III.7.7.4) oder der vielfältige Einsatz von Multimedia (Audio, Video) vorgestellt (vgl. III.7.7.3). Darüber hinaus wurden Konzepte vielfältiger Anwendungen erarbeitet, die das bessere Verständnis der teilweise komplexen MINT-Zusammenhänge durch konkretes Einüben und Nutzen des zuvor erlernten theoretischen Wissens unterstützen können. Dies sind z.B. Animationen, Generatoren für Übungsaufgaben, Simulationen, Validatoren und die Nutzung von virtuellen oder Fernlaboren (vgl. III.7.7.9f). Insbesondere vor dem Hintergrund der Anforderungen des MINT-Bereichs an die Aus- und Weiterbildung wurde dabei deutlich, dass diesen Softwarewerkzeugen eine besondere Wichtigkeit zuteil wird, da diese die Qualität der MINT-Inhalte (sowohl für E-Learning, als auch für die Unterstützung der Präsenzlehre) deutlich aufwerten können.

Um diese Bereicherung auch in einem Begriff zu fixieren, sollen diese Anwendungen, Werkzeuge und Techniken im Folgenden als „**E-Learning-Enrichment-Tools**“ bezeichnet werden. Zudem soll dies verdeutlichen, dass es sich dabei eben nicht mehr um „Standardfunktionalitäten“ handelt, die gängige E-Learning-Systeme wie LMS standardmäßig unterstützen. Denn die Entwicklung dieser Tools erfordert einen deutlichen Aufwand und es wird für die meisten E-Learning-Initiativen kaum möglich sein, diese in größerem Umfang her- oder bereitzustellen. Dennoch wird die Entwicklung im technischen Ausbildungskontext hier ausdrücklich empfohlen. Als Ergebnis von Feedbacks von Studierenden oder Erfahrungen aus

Prüfungen können z.B. für diejenigen Themenbereiche Enrichment-Tools entwickelt werden, die erfahrungsgemäß die größten Verständnishürden für den Lerner darstellen. Synergieeffekte lassen sich hier im Rahmen von konkreten Projekten mit Unternehmen nutzen, die bei der Entwicklung (finanziell wie personell) beteiligt werden können und das Ergebnis dann beiden Kooperationspartnern zur Verfügung steht. Im Rahmen des praktischen Teils dieser Arbeit, der Implementierung eines E-Learning-Systems für den MINT-Bereich „Technische Informatik“, wurden verschiedene E-Learning-Enrichment-Tools entwickelt, die ab Abschnitt IV.3f vorgestellt werden.

### **III.9. Schnittstellen zu Unternehmen**

Als eine relevante Zielgruppe in der Aus- und Weiterbildung im Kontext des Lebenslangen Lernens wurden Unternehmen und deren „Doppelrolle“ – als Nachfrager von Angeboten (z.B. in Form von Mitarbeitern, die an Weiterbildungsmaßnahmen teilnehmen) und Anbietern von speziellen (auf den thematischen Kontext des Unternehmens ausgerichteten) Lerninhalten, bzw. Ausbildungsprogrammen – angeführt (vgl. III.4.4). Ist im Zuge der Planung eines E-Learning-Angebots mit einer Zielgruppenmetrik als geplante Ausrichtung des Systems eine starke Berücksichtigung der Unternehmen entschieden worden (vgl. III.4.5, in Abbildung 7), gilt es, dies im Folgenden softwaretechnisch auszugestalten. So muss es für Unternehmen (z.B. für die Personalentwicklung und -planung oder auch die Fachabteilungen) einfach möglich sein, die später stattfindende Aus- oder Weiterbildung zu beeinflussen. Dies kann z.B. die Anpassung des Curriculums sein, sodass es die relevanten thematischen Schwerpunkte für eine gezielte Weiterbildungsmaßnahme bietet. Weiterhin sind die Auswahl von entsprechenden Lernmodulen, eine Sequenzierung dieser oder das Einstellen neuer Lerninhalte geeignete Maßnahmen, um die Bedürfnisse der Unternehmen in Bezug auf die inhaltliche Gestaltung zu berücksichtigen.

Als Beispiel soll folgendes Szenario dienen: Ist die Weiterbildung von Ingenieuren im Luftfahrtsektor innerhalb einer Kooperation von Hochschule und Unternehmen geplant, werden die Kurse basierend auf (in der Hochschullehre) bestehenden Lernunterlagen aus dem Gebiet Maschinenbau/Avionik durchgeführt. Diese werden nun im E-Learning-System sowohl von Autoren/Administratoren aus den Institutionen, als auch den Unternehmen angepasst (gleichwohl als eine Kopie mit neuem Titel). Dazu werden gezielt die Grundlagenthemen ausgewählt (Elektrotechnik, Maschinenbau, etc.), die für eine Spezialisierung notwendig sind und um firmenspezifische Inhalte – z.B. die Bauskizze eines Steuerelements oder die Simulation der Funktionsweise eines Triebwerkteils – ergänzt. So ist einerseits eine bewährte Grundlagenbildung möglich, aber gleichermaßen werden auch die firmeninternen Verfahrensweisen oder speziellen Produkteigenschaften berücksichtigt. Die so entstandenen Inhalte können wei-

ter- oder wiederverwendet werden. Softwaretechnisch betrachtet ist im System also eine Schnittstelle notwendig, die Unternehmen die Manipulation von Daten (Lerninhalte, Kursstrukturierung, etc.) ermöglicht. Einerseits kann dies über eine Datenschnittstelle (z.B. API, Webservice) realisiert werden. Diese ermöglicht einen einfachen, automatisierten Austausch von Daten und insbesondere die vielfältige (externe) Aus- und Weitergabe an Geräte aller Art.

Andererseits sind derartige Einstellungen in der Regel einfacher über eine graphische Benutzeroberfläche zu erfassen und durchzuführen. Da es eine solche Benutzerschnittstelle, die elegant und (recht) intuitiv im Browser bedient werden kann, bei der Verwendung von aktuellen LMS ohnehin gibt, kann das Backend (vgl. III.7.6) entsprechend um die notwendigen Rollen und zugehörigen Funktionalitäten ergänzt werden. Zudem ist dabei nicht nur eine verteilte Bearbeitung der Lerninhalte durch Autoren sicherzustellen, sondern ebenso die Möglichkeit zu schaffen, dass diese unabhängig von anderen Lerninhalten in Zusammenstellung, Sequenzierung und Schwierigkeitsgrad skalierbar sind sowie einem begrenzten Studierendenkreis zugänglich gemacht werden können. Einen Überblick über derartige, auf diese Weise entstehende, Benutzungsszenarien zeigt Abbildung 34:

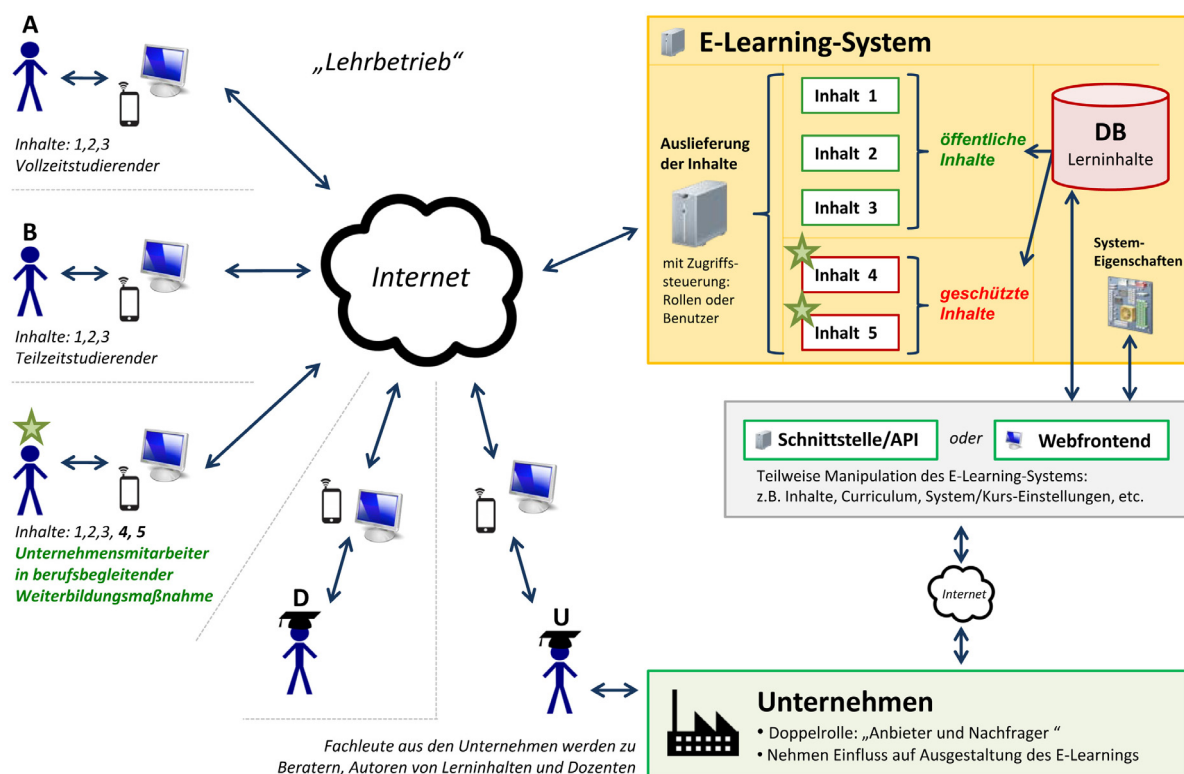


Abbildung 34: Schnittstellen zwischen E-Learning und Unternehmen<sup>327</sup>

<sup>327</sup> Eigene Darstellung.

Zwar lassen sich auf diese Weise die Belange von Unternehmen in das E-Learning-System – und somit in den institutionellen Bildungsrahmen – integrieren, allerdings ist diese „Vermischung“ von Zuständigkeiten, Daten und Inhalten nicht immer gewollt. Einerseits sind gerade im Unternehmensumfeld (und nicht nur dort) in der Regel verschiedene Richtlinien bzgl. des Datenschutzes zu berücksichtigen. Denn im Vergleich zum reinen Schutz der (personenbezogenen) Daten des Benutzers, sind in diesem Kontext noch über den Lernprozess hinaus andere Daten vorhanden. Insbesondere können dies bei einer Nahezu-Verschmelzung von Unternehmen und Ausbildungsbetrieben Mitarbeiterdaten, Kontaktdaten oder sensible firmeninterne Daten sein. Letzteres wird vor allem dann auftreten, wenn Lernunterlagen von Unternehmen bereitgestellt werden und darin Informationen über patentrechtlich geschützte Muster, Produkte oder Verfahrensweisen enthalten sind. Grundsätzlich sind diese Daten durch besonders geschützte Zugangsbereiche zu schützen – ohnehin ist die Sicherheit eines der höchsten Ziele einer kompletten (Web-) Anwendung (vgl. III.7). Andererseits ist die (zu enge) Verzahnung von Unternehmen und Bildungsinstitutionen schon immer diskussionsbehaftet. Letztere fürchten den Status der Unabhängigkeit der Forschung zu beschädigen und als beeinflussbar zu gelten, wenn sie sich an den (kommerziellen) Interessen der Unternehmen orientieren. Unabhängig von der relativ einfach zu realisierenden, technischen Durchführbarkeit der Kooperation zwischen beiden muss hier mit Augenmaß vorgegangen werden und auf höherer Ebene die Auswirkungen der Schaffung von Schnittstellen zwischen Bildungsinstitutionen (hier in Form von Softwareschnittstellen) und Unternehmen abgewogen werden.

### **III.10. Qualitätssicherung, -verbesserung und Nachhaltigkeit**

Ein kontinuierliches Bestreben im Bereich des E-Learnings ist es, die Angebote in vielerlei Hinsicht – sei es organisatorisch, inhaltlich oder softwaretechnisch – zu verbessern. Beispielsweise soll(en) die Lernerzufriedenheit erhöht, die Qualität der Inhalte gesteigert, die Kosten gesenkt, neue Techniken unterstützt oder die Nachhaltigkeit gesichert werden. Im Allgemeinen stehen dafür unterschiedliche Möglichkeiten und Standards zur Verfügung (vgl. VI.1.1.2.4). Unter Qualitätsmanagement wird dabei die gestaltende Seite verstanden, bei der Parameter festgelegt werden, und unter Qualitätssicherung die ex-post-Überprüfung dieser Parameter. Aber was genau bedeutet Qualität im Rahmen einer E-Learning-Anwendung für Lebenslanges Lernen und den MINT-Bereich überhaupt? Wie bemisst sie sich, durch welche Maßnahmen kann sie verbessert werden und wie sichert man die Nachhaltigkeit des entwickelten E-Learning-Angebots? Die folgenden Abschnitte bieten eine Einführung.

### III.10.1. Qualitätsmanagement an Hochschulen

Seitdem Hochschulen und Universitäten zunehmend autonom verwaltet werden, die Bildungsbudgets der öffentlichen Hand an vielen Standorten aber sinken und die Finanzierung durch Drittmittelprojekte größere Wichtigkeit gewonnen hat, wird das Qualitätsmanagement – also die Messung und Sicherung der Qualität als „Gütesiegel“ – für viele Institutionen unverzichtbar und als Ausdruck der Selbstverantwortlichkeit ihrer Leistungen in Forschung und Lehre angesehen. Obwohl Qualitätsmanagement an Hochschulen als ein sensibles Spannungsfeld zwischen Autonomie und staatlicher Ressourcenkontrolle angesehen werden kann, besteht ein starker Willen zur Bewertung und Anpassung von Prozessen. Zumeist, um Handlungen und Ressourcenverteilungen staatlicher Mittel transparent nach außen darzustellen oder zu erklären.<sup>328</sup>

Dieses Vorgehen wird durch die starken Selbststeuermöglichkeiten autonom verwalteter Institutionen begünstigt. Ziele dieser Optimierungsbestrebungen betreffen dabei:

- **interne Prozesse:** Innerhalb der Bildungsinstitution, bezogen auf Forschung, Lehre, verschiedene Fachbereiche, wissenschaftliches Personal und Administration oder Verwaltung und
- **externe Prozesse,** die das Bild nach außen ausmachen und somit als Gütesiegel gelten, für die Zuweisung von staatlichen Ressourcen (Geld, Personal, etc.), die Popularität unter Studierenden („Akquise von Studierenden“), die Popularität unter Unternehmen („Nachfrage nach Absolventen“) oder aber im Konkurrenzkampf mit anderen (außeruniversitären) Forschungsinstitutionen (Renommee).<sup>329</sup>

Grundsätzlich sind Hochschulen in Deutschland nach §6 des Hochschulrahmengesetzes (HRG) aus dem Dezember 2004 zu einer Evaluierung ihrer Leistung verpflichtet: „Die Arbeit der Hochschulen in Forschung und Lehre, bei der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses sowie der Erfüllung des Gleichstellungsauftrags soll regelmäßig bewertet werden. Die Studierenden sind bei der Bewertung der Qualität der Lehre zu beteiligen. Die Ergebnisse der Bewertungen sollen veröffentlicht werden.“<sup>330</sup> Im Allgemeinen wird im Hochschulbereich Qualitätssicherung derzeit überwiegend in Form von Evaluation und Akkreditierung durchgeführt. Dabei ist Akkreditierung für jeden konsekutiven Studiengang in Deutschland verpflichtend und bezieht sich nur auf Lehre – z.B. wurden im Rahmen des Bologna-Prozesses alle Bachelor-/Master-Studiengänge durch Akkreditierungsagenturen akkreditiert, um einen einheitlichen (Qualitäts-) Standard der Lehre zu garantieren.<sup>331</sup> Evaluationen dienen der Prüfung von Prozessen (während sowie nach der Durchführung) und beziehen sich neben der Lehre

<sup>328</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 109

<sup>329</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 107f

<sup>330</sup> Hochschulrahmengesetz (HRG), Dezember 2004, §6

<sup>331</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 109

auch noch auf andere Bereiche wie z.B. Organisation und Verwaltung. Für die Durchführung von übergreifenden Rankings und Qualitätssicherungsmaßnahmen gibt es in Deutschland z.B. folgende Initiativen:

- **Projekt Qualitätssicherung (Projekt Q.) / Projekt Qualitätsmanagement:**<sup>332</sup> Das Projekt Q. ist ein länderübergreifendes Projekt der Hochschulrektorenkonferenz zum Qualitätsmanagement von 1998: „Das Projekt Qualitätssicherung (Projekt Q.) versteht sich zum Einen als die zentrale Informations- und Kommunikationsplattform für alle Fragen der Qualitätsentwicklung und –sicherung im Hochschulbereich. Zum Anderen ist es Aufgabe des Projekts, die Fortentwicklung der Qualitätssicherungsverfahren im Hochschulbereich anzustoßen und sich an diesem Prozess aktiv zu beteiligen.“<sup>333</sup> Das frühere „Projekt Q.“ wurde in das „Projekt Qualitätsmanagement“ überführt.
- **CHE – Centrum für Hochschulentwicklung** (seit 1994): „Das CHE versteht sich heute als eine ‚Reformwerkstatt‘ für das deutsche Hochschulwesen: Es arbeitet an neuen Ideen und Konzepten, als Projektpartner für Hochschulen und Ministerien, als Anbieter von Fortbildungsprogrammen und des qualifiziertesten Hochschulrankings in Deutschland, das jährlich in Zusammenarbeit mit der Zeitschrift STERN veröffentlicht wird.“<sup>334</sup>

Insgesamt ist das Themengebiet der Qualitätssicherung von Hochschulen ein junges, aber dennoch weites und teilweise auch undurchsichtiges Feld. Insbesondere die Qualitätssicherung von Lehrangeboten, Lernmaterialien und ganzen Studiengängen – seien diese als Präsenzlehre, Blended- oder sogar E-Learning angelegt – stellt den Qualitätsmanager vor viele Detailfragen, die nicht immer einfach zu erörtern sind. Im Bereich kompletter Studiengänge oder Institutionen empfiehlt sich daher die Konsultierung einer Beratungsfirma, z.B. nach dem Vorbild der QAA<sup>335</sup> im Vereinigten Königreich oder anhand der „Certification of e-learning“ (CEL) von der „European Foundation for Management Development (EFMD)“.<sup>336</sup>

### III.10.2. Exkurs: Messen der Qualität von Weiterbildungsangeboten

Da im Bereich der beruflichen Weiterbildung zahlreiche Arten von Anbietern existieren, ist für die Transparenz und Vergleichbarkeit auf Kundenseite gerade hier ein besonders gutes Qualitätsmanagement von Nöten. Folgende Arten von Anbietern kann man unterscheiden:

- „Staatlich anerkannte Weiterbildungseinrichtungen (eine Bedingung für eine Anerkennung ist unter anderem Gemeinnützigkeit),

---

<sup>332</sup> [http://www.hrk.de/de/projekte\\_und\\_initiativen/121.php](http://www.hrk.de/de/projekte_und_initiativen/121.php), abgerufen am 08.03.2012

<sup>333</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 108

<sup>334</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 109

<sup>335</sup> <http://www.qaa.ac.uk/Pages/default.aspx>, abgerufen am 28.08.2012

<sup>336</sup> <http://www.checkpoint-elearning.de/article/1401.html>, abgerufen am 29.08.2012

- gemeinnützige, jedoch staatlich nicht anerkannte Anbieter
- kommerzielle Weiterbildungsanbieter und
- betriebliche Weiterbildungsanbieter<sup>337</sup>

Das Qualitätsmanagement dieser Weiterbildungsanbieter muss nach verschiedenen Standards, bzw. Verfahren, durchgeführt werden, wie z.B. der *DIN EN ISO 9000ff* „Norm für Qualitätsmanagement im Dienstleistungssektor“ (obwohl diese für Bildungsangebote oft kritisiert wird), nach den Maßgaben der „European Foundation for Quality Management“,<sup>338</sup> z.B. als „Selbstbewertung mit dem EFQM-Modell“, und anderen. Je nachdem welche Art von Aus- und Weiterbildungsplattform durch das Blended E-Learning-System abgebildet werden soll (staatlich, kommerziell, etc.), sind die entsprechenden Verfahren anzuwenden.

### Welche Verfahren werden verwendet?

Ist eine staatliche Förderung des Angebots geplant, muss das Weiterbildungsprogramm nach dem Weiterbildungsgesetz zunächst staatlich anerkannt sein, um so die Förderfähigkeit aus öffentlichen Mitteln zu erreichen. Für die Anerkennung müssen Anforderungen erfüllt werden, die eine pädagogische, ökonomische und personelle Kontinuität der Weiterbildungsmaßnahme absichern sollen. „Die geforderten Anerkennungsvoraussetzungen dienen als Indikatoren, um zugunsten der Nutzer ein Mindestmaß an Qualität, Verlässlichkeit und Kontinuität von Weiterbildungsangeboten und der sie tragenden institutionellen Struktur zu garantieren.“<sup>339</sup> Vor allem zielt dies auf die Sicherstellung eines nachhaltigen Betriebs und das Vermeiden von Investitionen in nicht dem Standard entsprechenden Strukturen ab. Über eine Anerkennung entscheiden nach dem SGB III akkreditierte Zertifizierungsagenturen, wobei Anbieter einen Anforderungskatalog der Zertifizierungsstelle abarbeiten und erfüllen müssen.

Für die Qualitätssicherung im Weiterbildungsbereich ist dieses Verfahren mittlerweile durch **prozessorientierte Qualitätsmanagementverfahren** ersetzt worden. Im Unterschied zum obigen Ansatz steht dabei der Entwicklungsprozess selbst im Mittelpunkt des Verfahrens, die konkreten zu erreichenden Ziele und Standards werden von den Bildungsanbietern selbst definiert. Zertifiziert wird nur das Norm-konforme Qualitätsmanagement. Analog zur „ISO-Norm von 2000 sind es vor allem vier Hauptpunkte, die in der Qualitätsnorm zu berücksichtigen sind: Verantwortung der Leitung, Management der Mittel, Produkte und Dienstleistungen realisieren und Messung, Analyse und Verbesserung.“<sup>340</sup>

<sup>337</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 110

<sup>338</sup> <http://www.efqm.org/en/>, abgerufen am 02.04.2013

<sup>339</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 110

<sup>340</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 111



Ein anderes Instrument zur Qualitätsentwicklung und -sicherung ist die **Selbstevaluierung nach dem EFQM-Modell**. „Es ist ein Instrument zur Qualitätsentwicklung, das von der ‚European Foundation for Quality Management‘ entwickelt worden ist, und kommt – ebenso wie die ISO-Normenreihe – aus dem Wirtschaftsbereich. Das Deutsche Institut für Erwachsenenbildung (DIE) hat das Modell für den Bereich der Weiterbildung und die Spezifika von Weiterbildungsorganisationen übersetzt. Dabei unterlegen die Autoren ihren Überlegungen die Vorstellung einer Non-Profit-Organisation.“<sup>341</sup>

Das **lernerorientierte Qualitätsmodell** wurde im Vergleich zu anderen Strategien für Qualitätsmanagement und -sicherung nicht aus anderen Bereichen, wie z.B. der Wirtschaft, übernommen. Es wurde speziell für die Qualitätstestierung aller o.a. Weiterbildungseinrichtungen entwickelt.<sup>342</sup> Insgesamt haben im Weiterbildungssektor heute prozessorientierte Verfahren prüfungsorientierte partiell abgelöst. Sofern dabei die Prüfung der Zielerreichung in regelmäßigen Abständen wiederholt wird, kann ein funktionierender Qualitätssicherungsprozess aus Revision und Optimierung entstehen. Ebenso kommt verstärkend hinzu, dass durch die Konkurrenzsituation am Weiterbildungsmarkt regelmäßige Qualitätskontrollen (als „Prüfsiegel“) obligatorisch geworden sind und auch zur Transparenz auf diesem vergleichsweise unübersichtlichen Markt beitragen. Strukturdefizite des deutschen Bildungswesens können auf diese Weise zwar kaum beseitigt werden, wohl aber werden die Qualitätsdefizite einzelner Einrichtungen vermindert.

### III.10.3. Qualität von elektronischen Bildungsangeboten

Um die vielfältigen Facetten bei der Qualitätsbewertung von Bildungsangeboten fassbarer zu machen, gibt der Arbeitsstab Forum Bildung bei der Bund-Länder-Kommission (BLK) diese formale Definition: „Qualität von Bildung ist mehrdimensional. Als Ansatzpunkt für Qualitätsentwicklung und -sicherung sind insbesondere die Aspekte der Strukturqualität, Prozessqualität und Ergebnisqualität zu unterscheiden, die miteinander verknüpft sind:

- **Strukturqualität** (Input-Faktoren) umfasst die Rahmenbedingungen, unter denen Bildungseinrichtungen arbeiten, z.B. rechtlicher, organisatorischer und sozialer Rahmen, finanzielle, materielle und personelle Ausstattung, aber auch Faktoren der „Orientierungsqualität“, wie z.B. Aus- und Weiterbildung der Lehrenden, Lehr- und Rahmenpläne und andere Handlungsorientierungen für das Lehrpersonal.
- **Prozessqualität** beschreibt die Art und Weise, wie Bildungseinrichtungen ihren Auftrag und ihre Ziele umsetzen, z.B. die Auswahl und Gestaltung von Inhalten und Me-

---

<sup>341</sup> Hartz, Meisel 2004, S. 67

<sup>342</sup> Projekt „Lernerorientierte Qualitätstestierung in Weiterbildungsnetzwerken“ (LQW), BLK

thoden, Beratung, Berücksichtigung der Lernvoraussetzungen der Teilnehmer, individuelle Förderung, Verhältnis von Lehrenden und Lernenden.

- **Ergebnisqualität** bezieht sich auf die fachlichen und überfachlichen Wirkungen des Bildungsprozesses, z.B. Wissen, überfachliche und soziale Kompetenzen, Motivation, Werthaltungen, Voraussetzungen für Lebenslanges Lernen. Dabei ist die Anschlussfähigkeit der erworbenen Kompetenzen für künftiges Lernen und Arbeiten zu berücksichtigen.<sup>343</sup>

Zunächst zeigt sich durch diese Definition, dass der Qualitätsbegriff stark selbstbezogen ist und sich überwiegend auf interne Prozesse innerhalb der Institutionen bezieht. Im Rahmen einer ganzheitlicheren Betrachtung des Qualitätsbegriffs sollten aber insbesondere die subjektiven Bedürfnisse der Lerner einbezogen werden. Würde man die Qualität im wirtschaftlichen Sinne betrachten, meinte man damit primär die Ergebnisqualität – im Aus- und Weiterbildungssektor wäre das: Wie gut ist das „Produkt“? Wie gut wurden Wissen, Fertigkeiten und Kompetenzen vermittelt, vielleicht, wie hat sich der „Marktwert“ der Absolventen dadurch verbessert? Natürlich sind derartige Größen kaum messbar. Deshalb zielt das Qualitätsmanagement im Bildungswesen derzeit „weniger auf die Ergebnisse von Bildung und Lernen, sondern betrifft vielmehr deren Kontext, das heißt Qualitätsmanagement fokussiert auf Rahmenbedingungen, Organisation, Planung, Strukturen, Personalausstattung und Effizienz zu Gunsten optimaler Arbeitsabläufe, die den Zielen der jeweiligen Bildungseinrichtung zugutekommen sollen“.<sup>344</sup>

### III.10.3.1. Qualitätskriterien für E-Learning-Lösungen

Bei der Bewertung der Qualität von E-Learning-Angeboten sind unterschiedliche Perspektiven (z.B. subjektive oder objektive) und die Definition entsprechender Kenngrößen möglich (vgl. VI.1.1.4). Allerdings kann die „Messung“ an sich problematisch sein. Zwar können manche Facetten des Erfolgs relativ einfach gemessen werden: z.B. anhand der Anzahl der Studierenden, vielleicht der eingenommenen Studiengebühren oder der Abbruchraten, die ein Indiz dafür sein können, dass etwas noch nicht so optimal ist, wie es sein könnte. Ebenso kann man die Ergebnisse bei Prüfungen messen, allerdings sagen diese weniger über die Güte des Angebots oder der Lernmaterialien aus, sondern sind vielmehr ein Indiz für den Lernerfolg der Studierenden. Es sind also Kenngrößen messbar, doch die Entwicklung von darauf basierenden Schlussfolgerungen ist nicht immer eindeutig. Dies gilt insbesondere, wenn Bereiche geprüft werden sollen, die nicht ohne Weiteres in Zahlen ausdrückbar sind. Beispielsweise umfasst die Qualität eben auch die Zufriedenheit der Studierenden, ein individuell erreichtes

<sup>343</sup> Arbeitsstab Bildung 2001, S. 1

<sup>344</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 105

Wissensniveau, Qualität der Lernunterlagen, wie damit gelernt wurde (Spaß, Aufwand, etc.) oder welchen Karriereerfolg man daraus erzielen konnte und warum. Im Bereich der Qualitätsmessung von E-Learning-Angeboten gibt es verschiedene Initiativen, die jeweils einen eigenen Kriterienkatalog entwickelt haben.

Eine Zusammenfassung der gefundenen Dimensionen und Schlüsselwerte zeigt Tabelle 22:

<b>Dimension</b>	<b>Selected key measures</b>
Course effectiveness	Faculty perception Outcome assessments Cost Career Feedbacks from employers Scholastic and professional achievement Extent of online programme learning objectives achievement
Student satisfaction	Computer anxiety (literacy) Self-efficacy and motivation Course quality Learning outcomes Teacher (facilitator) interaction and role (asynchronous and synchronous) Peer interaction and collaboration Support service (technical, learning, etc.) Delivery medium
Teacher satisfaction	Willingness and commitment (availability and enthusiastic) Opportunities for 'quality online interaction', 'leadership', 'research publication', 'recognition', 'collegiality', 'professional development' Ongoing staff training Moral, technical, and administrative support Same assessment as conventional teacher (fairly compensated and evaluated)
Technical	Convenient (ease of use) and affordable (cost) access to learning Access to technical support Opportunities to find and download resources Portal and server reliability and flexibility Setting up equipment and assisting learners Communication in course development Instructional improvement practices Experienced technical developers and instructional technologists

**Tabelle 22: Dimensionen zur Qualitätsmessungen von E-Learning-Lösungen<sup>345</sup>**

Ein anderes Beispiel sind die „fünf Säulen des Qualitätsmanagements“ beim Online-Lernen des Sloan Consortiums<sup>346</sup>, bei dem die folgenden Dimensionen als Grundlage der Bewertung dienen: „Learning Effectiveness, Scale (Cost Effectiveness and Commitment), Access, Faculty Satisfaction and Student Satisfaction“<sup>347</sup>, wobei diese jeweils noch zahlreiche weitere Items beinhalten. Die Schwierigkeiten des Qualitätsmanagements von E-Learning-Lösungen verhalten sich analog zu denen anderer institutionell verankerten Bildungsangebote. Deshalb

<sup>345</sup> Huang 2010, S. 49

<sup>346</sup> Sloan Consortium, <http://sloanconsortium.org>, abgerufen am 12.08.2012

<sup>347</sup> Bourne et al. 2005, S. 132, vgl. dazu auch <http://sloanconsortium.org/5pillars>, abgerufen am 10.08.2012

ist auch bei großen E-Learning-Initiativen empfehlenswert, Qualitätsmessung, -beurteilung und -sicherung in Kooperation mit einer erfahrenen externen Expertengruppe durchzuführen, um so von den Erfahrungswerten bei der Messung, und vor allem Interpretation, von Kenngrößen zu profitieren.

### III.10.3.2. Evaluation von E-Learning und Durchführung eines Pilotbetriebs

Grundsätzlich findet die Bewertung von E-Learning-Systemen und -Angeboten ex-post statt, d.h. als Bewertung von in Vergangenheit oder Gegenwart gesammelten Kriterien – eine sogenannte (summative) **Evaluation**. „Mit Evaluation (sachgerechte Beurteilung) werden zusammenhängende Prozesse der **Wertung** bezeichnet, wie die Auswertung erhobener Daten und die Bewertung dieser Daten“<sup>348</sup>. Dazu schlägt Holzinger<sup>349</sup> drei Bestimmungselemente vor:

- „Grundlage der Evaluation ist eine **systematisch** gewonnene Datenbasis über Voraussetzungen, Kontext, Prozesse und Wirkungen einer *praxisnahen* Maßnahme.
- Evaluation enthält eine Bewertung. Die *methodisch* gewonnenen Daten werden auf dem Hintergrund von **Wertmaßstäben** unter Anwendung best. Regeln *gewichtet*.
- Evaluation bezieht sich nicht primär auf die Bewertung des Verhaltens (z.B. Leistungen) einzelner Personen, sondern sollte fester *Bestandteil* der Entwicklung, Realisierung und Kontrolle sein.“<sup>350</sup>

Ziel der Evaluation im Rahmen der vorgestellten E-Learning-Lösung ist es, „ein Bildungsangebot oder eine einzelne Maßnahme [mit einer systematischen Kontrolle, D.S.] hinsichtlich ihrer Qualität, Funktionalität, Wirkung und ihrem Nutzen zu analysieren.“<sup>351</sup> Dabei kann die Evaluation verschiedene Funktionen erfüllen, wie z.B. eine strategisch-politische Funktion (Legitimation von Bildungsmaßnahme gegenüber Förderer), Kontroll- und Entscheidungsfunktion (Qualitätssicherung, kurz-, mittel- und langfristige Qualitätskontrolle gegenüber gesetzter Ziele), Erkenntnisfunktion (Prüfung von Effekten und Vergleich mit anderen Angeboten, innovative Potentiale entdecken).<sup>352</sup> Als Methoden bieten sich für Evaluationsvorhaben u.a. Inhaltsanalysen (Dokumentenanalyse, Vergleich mit Fachliteratur, Lehrplänen, Prüfungsordnungen, etc. theoretische Auswertung), Befragungen (Interviews, Fragebögen, häufigste Evaluationsmethode), Beobachtungen (Beobachten von Benutzern, z.B. offen oder verdeckt), Verhaltensaufzeichnungen (Usability, aufgerufene Bildschirmseiten, Klick-, Verweilzeiten) oder Tests (Lernerfolg messen) an.<sup>353</sup>

<sup>348</sup> Holzinger, o.J., S. 6

<sup>349</sup> Vgl. Holzinger, o.J.

<sup>350</sup> Holzinger, o.J., S. 6f

<sup>351</sup> Niegemann et al. 2004, S. 291

<sup>352</sup> Vgl. Niegemann et al. 2004, S. 292

<sup>353</sup> Vgl. Niegemann et al. 2004, S. 300

In der realen Anwendung sind zwei unterschiedliche (parallel ablaufende) Strategien empfehlenswert. Einerseits stehen die **Qualität der Inhalte**, das **Studienenerlebnis für den Lerner** und die **Durchführung der Lehre** im Vordergrund. Es muss also eine primäre Strategie sein, das Lehrangebot und die Inhalte anhand geeigneter Tests zu evaluieren. Im einfachsten Fall (und das ist auch am gängigsten) werden Studierende, Autoren und Dozenten um ihr Feedback bzgl. der Lerninhalte und der allgemeinen Durchführung der Lehrveranstaltung gebeten (verbal oder schriftlich/digital). Aus diesen Feedbacks können Veränderungs- oder Verbesserungsvorschläge erarbeitet werden. Im Rahmen eines Blended Learning-Angebots mit regelmäßigen Präsenzveranstaltungen ist dies auch ohne elektronische Zusatztools einfach möglich, zudem kann hier das während des Lernens und Lehrens (verbal) aufkommende Feedback unmittelbar aufgenommen und (später) berücksichtigt werden. Diese allgemeinen Evaluationsthemen sind natürlich entsprechend des Einsatzkontextes und der zugehörigen Anforderungen sinngemäß auszugestalten. So wird in unserem Fall die Evaluation natürlich dahingehend anzupassen sein, dass MINT-relevante Facetten geprüft werden können, wie z.B. „Ist die Abdeckung der zur Verfügung stehenden Darstellungsformen, Lehr- bzw. Lernmethoden oder -arten adäquat für die geplanten Ausbildungsschwerpunkte oder zur Erreichung notwendiger Kompetenzen?“ Zudem werden sich durch die involvierten Zielgruppen unterschiedliche Betrachtungsperspektiven ergeben, die z.B. die konkreten Bedürfnisse von Lernern, Anbietern oder Unternehmen gezielt analysieren.

Andererseits muss eine kontinuierliche (Funktions- und Fehler-) Kontrolle der verwendeten **Softwaremodule und Techniken** zum Betrieb der E-Learning-Lösung durchgeführt werden. Da es sich technisch betrachtet bei E-Learning-Systemen um Softwareprodukte handelt, können diese auch anhand von gängigen Software-Evaluationsmethoden bewertet werden, die primär folgende Ziele aufweisen: „Ermittlung von Problemen der Benutzer im Umgang mit der Software, Bewertung der Funktionalität der Software und Ermittlung der Effekte einer Software auf die Benutzer“<sup>354</sup>. Zwar sind regelmäßige Tests während der Softwareentwicklung Normalität und auch z.B. in Open Source LMS aufgrund ihrer langjährigen Entwicklungsgeschichte kaum viele Fehler zu erwarten. Allerdings können in veränderten Szenarien (z.B. Updates an Server, unsachgemäße Bedienung/Administration, etc.) durchaus wieder Probleme auftreten. Um nach der Entwicklung eines Gesamtsystems die sachgemäße Funktion zu testen, sind ausgiebige **Feldstudien** und **Lasttests** empfehlenswert, bei denen die Software mit allen zur Verfügung stehenden unterschiedlichen Geräten (lokale und mobile mit unterschiedlichen Betriebssystemen, Versionen, etc.) – auch „unsachgemäß“ – ausprobiert und Fehler oder „sonderbares Verhalten“ dokumentiert werden.<sup>355</sup> Beispielsweise wurde im

---

<sup>354</sup> Holzinger, o.J., S. 6

<sup>355</sup> Vgl. Holzinger o.J., S. 8f

Rahmen der praktischen Umsetzung eines E-Learning-Enrichment-Tools, dieses teilweise zur Unterstützung der Präsenzlehre eingesetzt und im Zuge dessen anhand von Studierendenbefragungen evaluiert (vgl. IV.3.4). Insgesamt sind alle gewonnen Evaluierungsdaten gleichermaßen die Grundlage für die Qualitätssicherung.

Im Zuge der Umsetzung des hier vorgeschlagenen E-Learning-Systems sind im Vergleich zur summativen Evaluierung (von bestehenden Systemen, ex-post) bereits im Vorfeld und während der Entwicklung die späteren Qualitätsmerkmale zu beachten (*formative Evaluation*). Dies gilt umso mehr, da eine spätere Nachjustierung entweder aufwendig (Inhalte) oder innerhalb des finanziellen Rahmens gar unmöglich (Softwaregrundlage) ist. Was gilt es dabei alles zu beachten? Im Allgemeinen sind dabei die Abhängigkeiten zwischen den unterschiedlichen Entwicklungsbereichen der Anwendung zu nennen (vgl. VI.1.1.2). Zudem ist schon vor der Fertigstellung regelmäßig die **Güte der Inhalte** (Abschnitte ab III.6) und bei der Auswahl der **Techniken und Verfahrensweisen** die Orientierung an Standards und die Berücksichtigung von Trends (Abschnitte ab III.7.7) zu überprüfen. Sind diese beiden Arbeitspakete erledigt, muss beim Betrieb/Service zu jeder Zeit ein reibungsloser und ausfallsicherer Betrieb gewährleistet sein – sowohl, was sämtliche Techniken angeht, als insbesondere auch bezogen auf die institutionelle Verwaltung und den Lehrbetrieb durch die Dozenten und Tutoren. Hier ergeben sich Schnittpunkte zwischen Qualitätsmanagement und der Garantie eines nachhaltigen Betriebs.

Bei neu entwickelten Blendend E-Learning-Angeboten oder ganzen Online-Studiengängen sollte nach der Durchführung o.a. Softwaretests vor einer breiten Nutzung eine „Beta-Phase“ oder ein **Pilotbetrieb** initiiert werden. Dieser dient im Allgemeinen dem Test des Gesamtsystems (= vollständige Durchführung aller Facetten von elektronisch unterstütztem Lehren und Lernen) unter den Bedingungen, die im späteren realen Betrieb zu erwarten sind. Durch diese Art des Tests offenbaren sich in der Regel vielfältige Möglichkeiten zur Optimierung von Prozessen, Inhalten und Systemen, die dann noch rechtzeitig vor dem „richtigen Start“ berücksichtigt werden können. Da es sich bei einem Pilotbetrieb allerdings um eine Nutzung des Systems mit „doppeltem Boden“ handelt – bei der unerwartete Fehler jederzeit auftreten können –, werden Lerner/Studierende in der Regel kostenfrei oder zu vergünstigten Tarifen zur Teilnahme motiviert. Weitere Hinweise über einen Pilotbetrieb und wie dieser ablaufen kann, zeigt eine Checkliste im Anhang im Abschnitt VI.1.1.3.6.

### III.10.4. Sicherung der Nachhaltigkeit des Angebots

Die Nachhaltigkeit eines E-Learning-Angebots wird dadurch bemessen, inwiefern das Angebot über einen mittel- bis langfristigen Zeitraum sicher betrieben werden kann, ohne dabei wesentliche Eigenschaften ändern zu müssen (vgl. VI.1.1.4). Im Fall eines elektronisch unterstützten Aus- oder Weiterbildungsprogramms bedeutet dies einerseits, dass zu jedem Zeitpunkt ein ausreichender finanzieller Spielraum gegeben sein muss, um die Ausstattung mit personellen wie technischen Ressourcen zu garantieren. Andererseits bezieht sich die Nachhaltigkeit auf die Weiterverwendbarkeit von Inhalten oder Systemen über einen längeren Zeitraum hinweg, was vor allem die Robustheit gegenüber neuen Technologien, Updates, etc. meint (vgl. VI.1.1.2.2).

Die langfristige **finanzielle Sicherheit** kann heutzutage kaum noch garantiert werden – weder bei privaten, noch bei staatlichen Aus- und Weiterbildungsinstitutionen. Wohl aber kann bei staatlichen Institutionen ein langfristigerer Planungshorizont angenommen werden, da deren Finanzierung (zumindest kurzfristig) nicht direkt von den Studierendenzahlen oder der Konjunkturlage abhängt. Bei der Betrachtung der Gesamtkosten sollte zwischen der Entwicklung und dem Betrieb unterschieden werden. Die Neuentwicklung eines E-Learning-Angebots verursacht zunächst sehr hohe Kosten, die bei der Entwicklung und Bereitstellung von E-Learning-Systemen und Lerninhalten entstehen: Insbesondere für Mitarbeiter (Autoren, Entwickler, Multimediadesigner, etc.) und Infrastruktur (Serveranlagen, Rechner, Räume). Je nach gewünschten Features des Systems muss hier mit sehr hohen Summen gerechnet werden. Ist die initiale Entwicklung abgeschlossen, wird sich die Kostenkurve deutlich abflachen, hin zu einer konstante(n) Belastung: Kosten für Mitarbeiter, die den Betrieb der Lehre oder des Softwaresystems sicherstellen und Aufwendungen für die Nutzung universitärer Ressourcen. Diese Betriebskosten können in der Regel (zumindest teilweise) durch Studiengebühren ausgeglichen werden, falls diese im entsprechenden Bundesland für Aus- oder Weiterbildungen zulässig sind. Da sich die Kostenstruktur bei der Einführung von E-Learning recht ungleich verteilt, werden derartige Initiativen also oft in Projekten mit hoher Anschubfinanzierung realisiert – der deutlich günstigere Betrieb dann aus laufenden Mitteln der Institution gedeckt. Somit weist die hier vorgestellte E-Learning-Lösung zwar mitunter Effektivität bzgl. ihrer Umsetzung auf, eine Kosteneffizienz wird aber kaum erreicht.<sup>356</sup> Betriebswirtschaftlich betrachtet ist die Kosten-Nutzen-Relation in der Regel enttäuschend, da die hohen Entwicklungskosten im späteren Betrieb nicht „zurückverdient“ werden können, also nur ein sehr geringer „Return on Invest“ zu erwarten ist.

---

<sup>356</sup> Reinmann-Rothmeier 2003, S. 17

In Bezug auf die konsequente Ausrichtung dieses Angebots auf den **MINT-Bereich** und die Organisation als Blended Learning sind für den Betrieb im Vergleich zu reinen E-Learning-Lösungen allerdings höhere laufende Kosten zu erwarten. Denn einerseits sind die MINT-spezifischen Erfordernisse – wie z.B. der Betrieb von Laboren oder Versuchsaufbauten/-hallen – in der Lehre in der Regel teurer als die reine Nutzung von Seminarräumen. Andererseits werden dies bei Blended Learning erhöhte Aufwendungen für Lehrpersonal und Ressourcen (Räume, Strom, etc.) sein.<sup>357</sup> Allerdings bietet sich durch die Zielgruppenorientierung eine Möglichkeit der Gegenfinanzierung derartiger Kosten. Denkt man hier beispielsweise an Kooperationen mit Unternehmen im Rahmen von Weiterbildungsmaßnahmen, können diese im Gegenzug für wissenschaftliche Projektarbeiten z.B. finanzielle Sicherheit oder aber eine konstante Versorgung mit Studierenden bieten.

**Technisch** betrachtet ist das hier vorgestellte System sehr gut für einen nachhaltigen Betrieb gerüstet: Die Software basiert auf gängigen (Web-) Standards, berücksichtigt die Standardisierungen im Bereich des E-Learning und hat zu erwartende Trends eingeplant. Zudem ist die modulare, aus überwiegend Open Source-Komponenten entwickelte, Software prädestiniert für Weiterentwicklungen oder den Austausch bestehender Komponenten für eine gezielte Ausrichtung auf zukünftige Techniktrends. Ebenso können die einzelnen Softwaremodule in anderen Kontexten weiter-/wiederverwendet werden. Da neben der technischen Plattform die Entwicklung und Erstellung von **E-Learning-Inhalten** am aufwendigsten und somit auch am teuersten ist, muss für einen nachhaltigen Betrieb sichergestellt sein, dass diese wiederverwendbar sind. Sie müssen im Idealfall also auch mit anderen E-Learning-Systemen (oder Versionen) uneingeschränkt nutzbar sein (vgl. VI.1.1.2.2) – dies kann z.B. durch die Berücksichtigung von Standards erreicht werden. Im Rahmen des hier angeführten Single-Source-Publishing-Ansatzes ist die nachhaltige Nutzung der Inhalte noch problemloser möglich. Denn die Lerninhalte sind als strukturierte, mit Metainformationen angereicherte, Daten ohne Formatierung gespeichert, können also einfach und kostengünstig aktualisiert oder verändert werden und sind mittels der Konvertersoftware in nahezu jedes neue Format (oder jeden neuen Standard) überführbar (vgl. III.7.5.5).

Insgesamt ist das hier vorgestellte System also recht gut für einen nachhaltigen Betrieb geeignet. Zwar bleibt die Entwicklung eines eigenständigen und innovativen E-Learning-Angebots (wie in dem hier vorgestellten Beispiel) teuer, was allerdings durch die Wiederverwendbarkeit von Lerninhalten und Softwarekomponenten auf lange Sicht zumindest teilweise kompensiert werden kann. Dies wird in der Diskussion der Nachhaltigkeit zu einem entscheidenden Unterschied im Vergleich zu einem Großteil der heute verwendeten E-Learning-Lösungen. Denn

---

<sup>357</sup> Vgl. dazu Tabelle 42 in Abschnitt VI.1.2.2



diese speichern ihre Inhalte zwar nach dem SCORM-Standard, dies aber in der Regel als formatierte HTML-Objekte, die für einen Einsatz in anderen Kontexten (z.B. mit anderem Layout, anderer Formatierung oder auf unterschiedlichen Endgeräten) nicht geeignet sind und somit im obigen Sinne keine nachhaltige Nutzung ermöglichen.

### **III.11. Ein belastbares Rahmenwerk? Eine Diskussion.**

Das vorausgegangene Rahmenwerk hat einen detaillierten Überblick über die Möglichkeiten der Ausgestaltung einer zielgruppenorientierten Blended E-Learning-Plattform im MINT-Bereich im Kontext des Lebenslangen Lernens gegeben. Zwar wurden darin alle relevanten Eckpunkte diskutiert, dies allerdings übergreifend und allgemein für alle Fächer des MINT-Bereichs – der einen sehr heterogenen Fächermix mit einem Begriff beschreibt! Es liegt daher in der Natur der Sache, dass spezielle Facetten von Disziplinen oder die zugehörigen Anforderungen der Zielgruppen in dieser Arbeit nicht bis in jedes Detail ausgearbeitet worden sind. Wohl aber bietet die Berücksichtigung dieses Rahmenwerks einen sicheren Ausgangspunkt zur weiteren Erörterung, die für eine praktische Umsetzung bzgl. der konkreten Ziele und Restriktionen ohnehin notwendig wäre.

Der eindeutige technische Fokus des Rahmenwerks resultiert aus der Beantwortung der Fragestellung aus der Sicht der Informatik. Dieser Fokus hilft, in der Diskussion rund um den Einsatz von Blended Learning und der Auswahl einer entsprechenden Softwareplattform gezielt die richtigen Fragen zu stellen, Zusammenhänge und Abhängigkeiten bei der Umsetzung zu erkennen und das Ergebnis schon während der Entwicklungsphase hinsichtlich der eigenen Zielsetzungen zu justieren. Bei der Betrachtung des technischen „Standes der Dinge“ wurden ausgehend von aktuellen (Web-) Standards eigens auch Trends einbezogen und vorgestellt, deren Berücksichtigung kurz bis mittelfristig obligatorisch sein wird. Insbesondere ist hierbei die starke Ausrichtung auf mobile Technologien anzuführen, die Grundlage für zahlreiche innovative Lernszenarien sind und die Didaktik innerhalb elektronischer Ausbildungssysteme drastisch verändern können (und werden). Zudem war eine wichtige Erkenntnis, dass sich viele Facetten aktueller Trends wie Web 2.0 ohne eine deutliche Vergrößerung des Entwicklungsaufwandes realisieren lassen, da diese entweder in Form bestehender Softwaremodule dem eigenen E-Learning-System hinzugefügt werden oder aber gängige „Standalone“-Tools (wie z.B. Skype für die Kommunikation und Facebook für die Vernetzung) Verwendung finden können.

Es kann festgehalten werden, dass dieses Rahmenwerk bereits vielfältige (technologische wie verfahrenstechnische) Grundlagen fixiert und dabei helfen kann, die eigene zielgruppenorientierte Blended E-Learning-Strategie im MINT-Bereich zu entwickeln und mittels geeigneter

Techniken zu realisieren. Um die „Belastbarkeit“ des Rahmenwerks besser abschätzen zu können, soll im nächsten Schritt einerseits der bislang etwas in den Hintergrund geratene Fokus auf eine konkrete MINT-Disziplin und die daraus entstehenden Anforderungen und Restriktionen nachgeholt werden. Andererseits wird nun die praktische Ebene der Fragestellung gezielt betrachtet. Dies geschieht in Form einer konkreten Umsetzung, d.h. softwaretechnischen Implementierung, einer E-Learning-Software. Die Software wird anhand einer Spezifikation erstellt, die aus dem zuvor entwickelten Konzept hervorgeht.

Der nachfolgende Teil IV zeigt nun die Entwicklung des Prototyps für eine Blended E-Learning-Anwendung für die Technische Informatik – „TIO: Technische Informatik Online“.

## IV. E-Learning-Prototyp „Technische Informatik Online“

Im vorangegangenen Teil III wurde ein ausführliches theoretisches Konzept für die Erstellung von E-Learning-Lösungen im Kontext des MINT-Bereichs und des Lebenslangen Lernens angegeben. Die darin beschriebenen Methoden, Szenarien und Best-Practice-Umsetzungsvorschläge bildeten die Grundlage für die Entwicklung der im Folgenden angeführten prototypischen Webanwendung für Blended E-Learning und zahlreicher weiterer Werkzeuge zur Unterstützung der Lehre. Dabei konnten sowohl Konzept, als auch prototypische Implementierung von der engen Verzahnung beider Teile profitieren und auf diese Weise positive Wechselwirkungseffekte genutzt werden. Dies zeigte sich vor allem bei der praktischen Erprobung innovativer Lernszenarien (vgl. III.5): Es stellte sich heraus, dass einerseits nicht alle konzeptionellen Ideen im vorgegebenen Rahmen (z.B. Restriktionen durch Techniken oder Budget) realisierbar waren und andererseits nicht alle Umsetzungen bei realen Tests der Prototypen die gewünschten Effekte aufweisen konnten (wie z.B. die Begeisterung der Studierenden oder die Vereinfachung des Lernprozesses). Vielmehr konnten die so gesammelten Erfahrungswerte aber genutzt werden, um den jeweils anderen Teil dieser Ausarbeitung um wertvolle Hinweise und Details zu ergänzen.

Im Konkreten dokumentiert der folgende Teil IV die praktische Umsetzung des Prototyps einer Softwareplattform für Blended E-Learning im MINT-Bereich im Kontext des Lebenslangen Lernens, der teilweise aus dem Projekt „Technische Informatik Online“ hervorgegangen ist.

### IV.1. Das Projekt VHN-TIO

Vor dem Hintergrund sich wandelnder Anforderungen von Studierenden an Studiengänge, weg vom Vollzeit-Präsenzstudium, hin zu zeitlich und räumlich flexibleren Lehrangeboten im Sinne des Lebenslangen Lernens und steigender Weiterbildungsnachfrage, insbesondere im MINT-Bereich, sowie der Umstrukturierung des deutschen Hochschulsystems gemäß der Bologna-Erklärung, werden neuartige Konzepte und Lösungen für den Hochschulsektor notwendig. In diesem Sinne wurde zu dessen Entwicklung 2009 das E-Learning-Projekt „VHN-TIO“ etabliert. TIO, als Abkürzung für „Technische Informatik Online“ ist ein Verbundprojekt norddeutscher Hochschulen (VHN = Virtuelle Hochschullandschaft Norddeutschland) mit dem **Ziel**, einerseits innovative multimediale Lehrmaterialien und -methoden für die Online-Lehre des Fachs Technische Informatik zu erstellen. Andererseits sollen Softwarewerkzeuge und eine aktuelle Lernplattform zur Darstellung entwickelt und getestet werden, die theoretisch auch für den Betrieb eines kompletten Online-Bachelor-Studiengangs geeignet wäre.

Alle inhaltlichen und softwaretechnischen Entwicklungen sollten dabei gemeinsam von allen im Verbund organisierten Universitäten getragen werden. Die Partner und Verantwortlichen waren:

- Universität Hamburg – Projektleitung, Prof. Dr-Ing. D.P.F. Möller,
- Technische Universität Hamburg-Harburg, Prof. Dr. F. Mayer-Lindenberg,
- Technische Universität Clausthal-Zellerfeld, Prof. Dr. H. Richter,
- Universität zu Lübeck, Prof. Dr. S. Fischer, und
- Universität Rostock, Prof. Dr. D. Tavangarian.

Aufgrund der unterschiedlichen fachlichen Expertisen, die jede Universität und die jeweiligen Mitarbeiter aufgrund ihrer Forschungsinteressen beisteuern können, sind die Aufgaben entsprechend gegliedert (vgl. III.6.2) und jeweils vielfältige inhaltliche und technische Innovationen geplant. Diese reichen von didaktischen und inhaltlichen Neuerungen, über zukunftsfähige Lernszenarien, welche die Grundprinzipien des Lebenslangen Lernens aufgreifen und die Bedürfnisse des Lernalters gleichberechtigt einbeziehen, bis hin zur technischen Plattform, die dies ermöglicht.

### **Organisation und Projektziele**

Ein Novum innerhalb des Projekts VHN-TIO war die bundeslandübergreifende Kooperation der norddeutschen Bundesländer Hamburg, Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern. Da in der Bundesrepublik Deutschland die Bildungspolitik generell Aufgabe der Bildungsministerien der Bundesländer ist, eine direkte bundesübergreifende Steuerung also nicht besteht (sondern nur über Rahmengesetze des Bundes), ergaben sich daraus für das Projekt einerseits Vorteile und interessante Nebenerscheinungen, andererseits aber auch einige Herausforderungen. Ein „charmanter“ Nebeneffekt einer solchen **Organisationsstruktur** wäre es, im Fall der Realisierung eines kompletten Blended Learning-Studiengangs beispielsweise, dass das Studieren – z.B. für Prüfungen oder andere Präsenzphasen – nicht an einen speziellen Standort gebunden wäre, sondern prinzipiell an allen projektbeteiligten Universitäten stattfinden könnte. Als nachteilig könnte sich, vor dem Hintergrund des Projektmanagements, eine fehlende zentrale Steuerung und Budgetierung des Projekts erweisen.

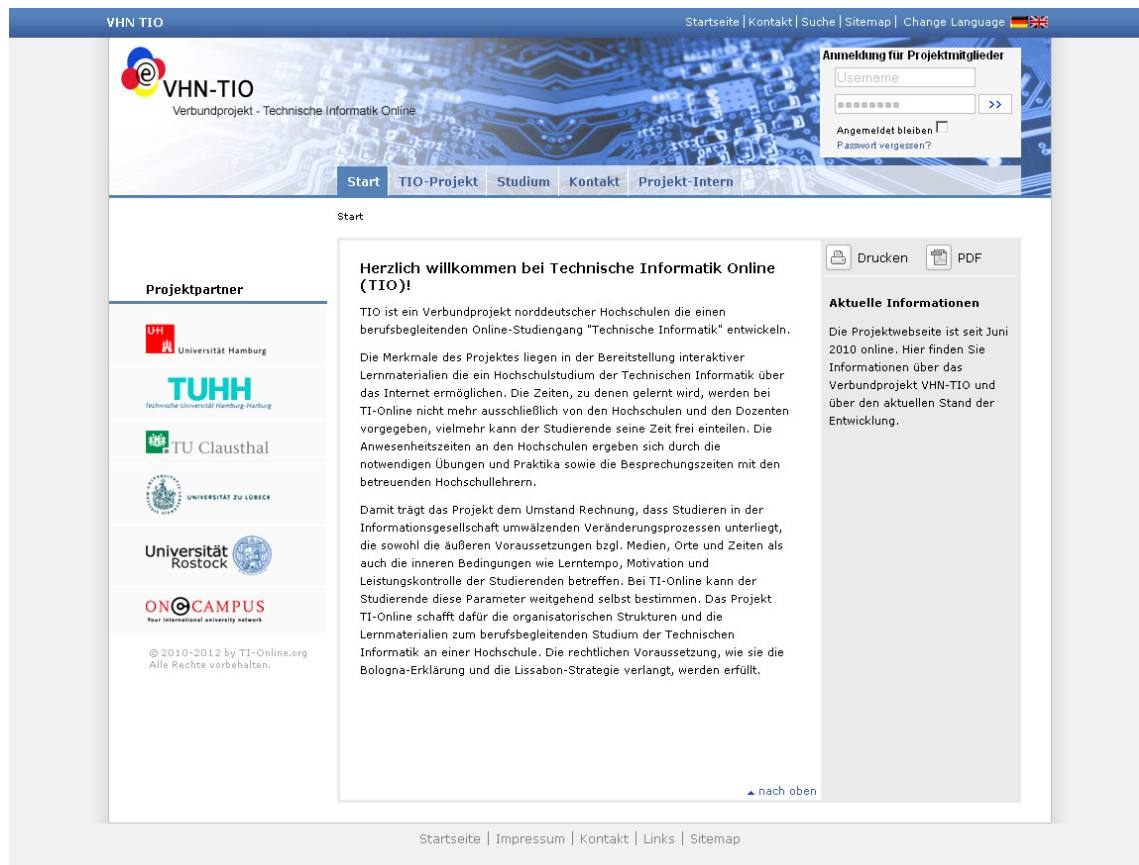


Abbildung 35: Gemeinsame Projektwebseite der Konsortialpartner von VHN-TIO<sup>358</sup>

Konkret wurden für das Projekt VHN-TIO von den Verbundpartnern folgende **Ziele** definiert:

- Erstellen von innovativen und multimedialen Lernmaterialien für die überwiegende Online-Nutzung und Erproben neuer didaktischer Wege in der Aus- und Weiterbildung für Technische Informatik
- Hinterfragen gängiger Strategien und Softwarelösungen für die Erstellung, Aufbereitung und netzbasierte Publikation von Lerninhalten
- Definieren von Anforderungen, denen aktuelle E-Learning-Anwendungen im Kontext des lebenslangen Lernens und einer neuen Generation von Lernern („Digital natives“) genügen müssen
- Nutzen (bzw. Erstellen) einer E-Learning-Plattform, die eben diesen Anforderungen gerecht wird – die vor allem „*up to date*“ ist
- Verschiedene Fragestellungen rund um Verwaltung, institutionelle Verankerung und Qualitäts- und Nachhaltigkeitsmanagement für E-Learning-Studiengänge, die sich in Vollkostenrechnung selbst finanzieren sollen

Zu Beginn des Projekts stand eine längere Planungsphase, in der viele grundlegende Fragen in Bezug auf Zielgruppen, Anforderungen, etc. (vgl. III.1) abgeklärt wurden. Zudem wurde diese

<sup>358</sup> Eigene Darstellung, Screenshot. <http://vhn.ti-online.org>, abgerufen am 02.03.2012

erste Anforderungsanalyse erweitert um einen konkreten Vergleich mit anderen bisherigen Projekten ähnlicher Ausrichtung, um den Stand der Forschung zu fixieren (vgl. III.3) und um das eigene Angebotsprofil schärfen zu können. Der Projektverbund fasste dabei den Schluss, dass die Entwicklung innovativer Lehrmaterialien und -methoden nur dann möglich wäre, wenn dies von der zugrunde liegenden Software auch komplett unterstützt wird. Somit sollte eine E-Learning-Plattform geschaffen werden, die neue Lernszenarien, wie z.B. das Mobile Learning standardmäßig unterstützt, die auf Wiederverwendbarkeit orientierte Speicherung der Inhalte (hier gemäß des Single-Source-Ansatzes) zulässt und natürlich sämtliche gängige Standards berücksichtigt. Die Entwicklung dieses E-Learning-Prototyps ist im Folgenden detailliert beschrieben.

Hinweis: Das Projekt VHN-TIO endete zum 01.09.2013 vorzeitig. Deshalb konnten nicht mehr alle geplanten und in dieser Arbeit beschriebenen Pläne umgesetzt werden.

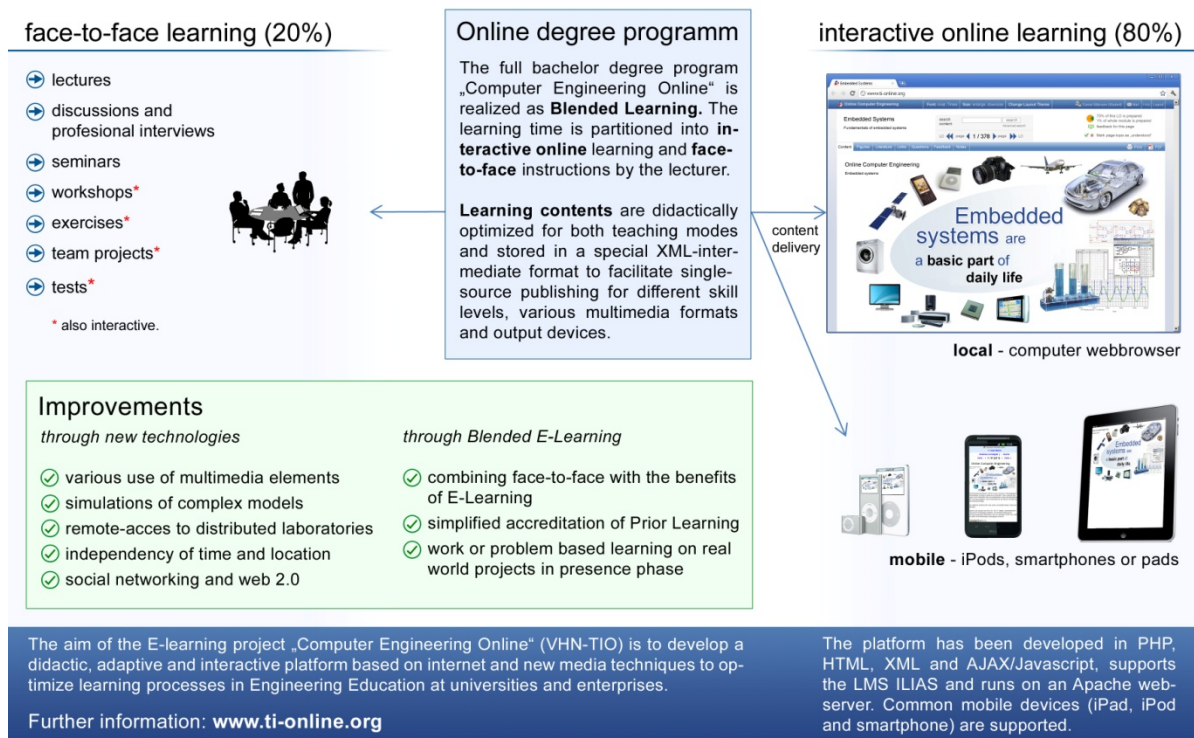
## **IV.2. Prototypische Entwicklung der E-Learning-Software**

Die Umsetzung der E-Learning-Software orientierte sich einerseits stark an den zielgruppenrelevanten Anforderungen und versuchte, diese abzubilden. Andererseits stand ein starker Praxisbezug im Vordergrund, der eine möglichst einfache Realisierung unter der Ausnutzung vieler technischer Neuerungen garantieren sollte. Insbesondere konnte dabei aus Erfahrungswerten ähnlicher Projekte (vgl. III.3) profitiert und so ein innovatives Produkt geschaffen werden. Gleichwohl ist dieses auf dem Stand eines Prototyps oder einer Beta-Version, die für den Produktionseinsatz noch einiger Optimierungen bedarf. Allerdings war die Entwicklung einer Vollversion auch nicht das Ziel. Vielmehr illustriert die Umsetzung innovative Facetten der elektronisch unterstützten Ausbildung im MINT-Bereich am konkreten Beispiel der Technischen Informatik, zeigt dabei alle zu beachtenden Hürden und gibt teilweise Hilfestellungen, diese zu umgehen.

### **IV.2.1. Konkrete Ziele der TIO-Softwareplattform**

Für die Bereitstellung eines kompletten E-Learning-Angebots sind vielfältige Aufgaben in den Bereichen Organisation/Planung, Gestaltung und Erstellung von Inhalten, technische Umsetzung der E-Learning-Software und Service-Dienstleistungen rund um den Betrieb zu berücksichtigen (vgl. VI.1.1.2). Dies gilt im TIO-Projekt insbesondere vor dem Hintergrund der Zielsetzung, diese geschaffene Blended E-Learning-Gesamtlösung später evtl. auch für die Implementierung eines kompletten Online-Bachelor- oder Masterstudiengangs für Technische Informatik zu nutzen (vgl. Abbildung 36).

## Technology enhanced Blended E-Learning for Engineering Education

Abbildung 36: Poster-Übersicht - TIO - "Online Computer Engineering"<sup>359</sup>

Somit war die einfache offene Struktur und Skalierbarkeit hinsichtlich neuer Anforderungen (Ausrichtung, Dimensionierung des Systems, etc.) schon zu Beginn der Konzepterstellung für die spätere Softwareentwicklung zu berücksichtigen. Dies beinhaltete die Berücksichtigung von heterogen Zielgruppeninteressen, die standardmäßige Einbeziehung technologischer Trends im E-Learning, wie mobiler Technologien und Web 2.0 (vgl. III.7.7), und insbesondere den Wunsch, neue Wege in der Ausbildung der Technischen Informatik zu bestreiten, also innovative Ausbildungsszenarien sowohl didaktisch zu entwickeln als auch softwaretechnisch auszugestalten. Insbesondere sollte so eine Flexibilisierung des Lernens als Basis für berufsbegleitende Aus- und Weiterbildungsprogramme im Rahmen des Lebenslangen Lernens und eine gezielte Adressierung der Anforderungen von ‚Digital Natives‘ erreicht werden. Da es bereits eine Vielzahl von E-Learning-Angeboten (zumeist im universitären Kontext) gibt, waren die dort gefundenen Features Diskussionsgrundlage für die eigene Entwicklung und die Berücksichtigung einschlägiger Erfahrungswerte zur Steigerung der Effektivität des eigenen Systems. Beispielsweise können hier die Ergebnisse des ITO-Projekts bei der Einbindung von Formeln in das Lernmaterial und die XML-Struktur „<ML<sup>3</sup>>“ aus dem WWR-Projekt als Basis für die Entwicklung von der Datenstruktur XML4TIO und für die Optimierung der Kon-

<sup>359</sup> Eigene Darstellung.

vertierung angeführt werden (vgl. III.3). Der technische Ausgangspunkt der hier vorgestellten Entwicklungen orientierte sich allerdings weniger an bestehenden Lösungen, sondern wurde zunächst anhand einer „Wunschliste“ gesucht und dann auf Machbarkeit überprüft. So verwundert es nicht, dass viele neuartige Features – die sonst kaum innerhalb eines E-Learning-Angebots realisiert werden (wg. Restriktion bzgl. Zeit und Budget) – in den prototypischen Entwurf geflossen sind und sich dieser auf den ersten Blick daher kaum mit bestehenden vergleichen lässt (z.B. E-Learning-Enrichment-Tools, vgl. IV.3). Dies ist insbesondere der Förderung des Unterfangens als sogenanntes „Leuchtturmprojekt“ zu verdanken, bei der derartige Lösungen mit im Fokus standen.

#### **IV.2.2.Zielgruppenorientierung und Anforderungskatalog an die Software**

Die Suche der genauen Features und Funktionalitäten erfolgte anhand der zuvor vorgestellten graphischen Zielgruppenmetrik (vgl. dazu Abbildung 7 und Abbildung 8 in Abschnitt III.4.5). Anhand des allgemein definierten Anforderungskatalog in Tabelle 16 in Abschnitt III.7.4 entstand dabei die in Abbildung 37 dargestellte Gewichtung der Zielgruppeninteressen.

Da das Konzept und die Software in großen Teilen parallel entwickelt wurden, ist es nachvollziehbar, dass die Anforderungsliste für die konkrete Ausgestaltung des Systems im Wesentlichen übernommen wurde. Abweichungen zwischen der theoretischen Vorgabe und der Praxis resultieren überwiegend aus Vereinfachungen, die für die exemplarische Umsetzung angenommen wurden:

- Ausgestaltung des Single-Source-Prozesses: Es wurden nur Konverter für drei verschiedene Autorenformate entwickelt
- Optimierung für mobile Geräte: Teilweise sind die E-Learning-Enrichment-Tools, also Simulatoren, Validatoren oder Labs, nicht (komplett) für die Nutzung mit mobilen Geräten ausgelegt
- Freiheit von Plugins: Teilweise basiert die Wiedergabe der Vorlesungsaufzeichnung auf Flash-Plugins
- Schnittstellen für Unternehmen wurden nur in Form von angepassten Benutzerrollen im LMS berücksichtigt
- Prototypische Umsetzung: Die Software ist eine Beta-Version, die für einen breiten Einsatz weiter getestet und refactored werden sollte

Eine Übersicht über die Unterschiede zwischen Rahmenwerk und TIO-Umsetzung ist zudem in Abschnitt IV.4.3 angegeben.



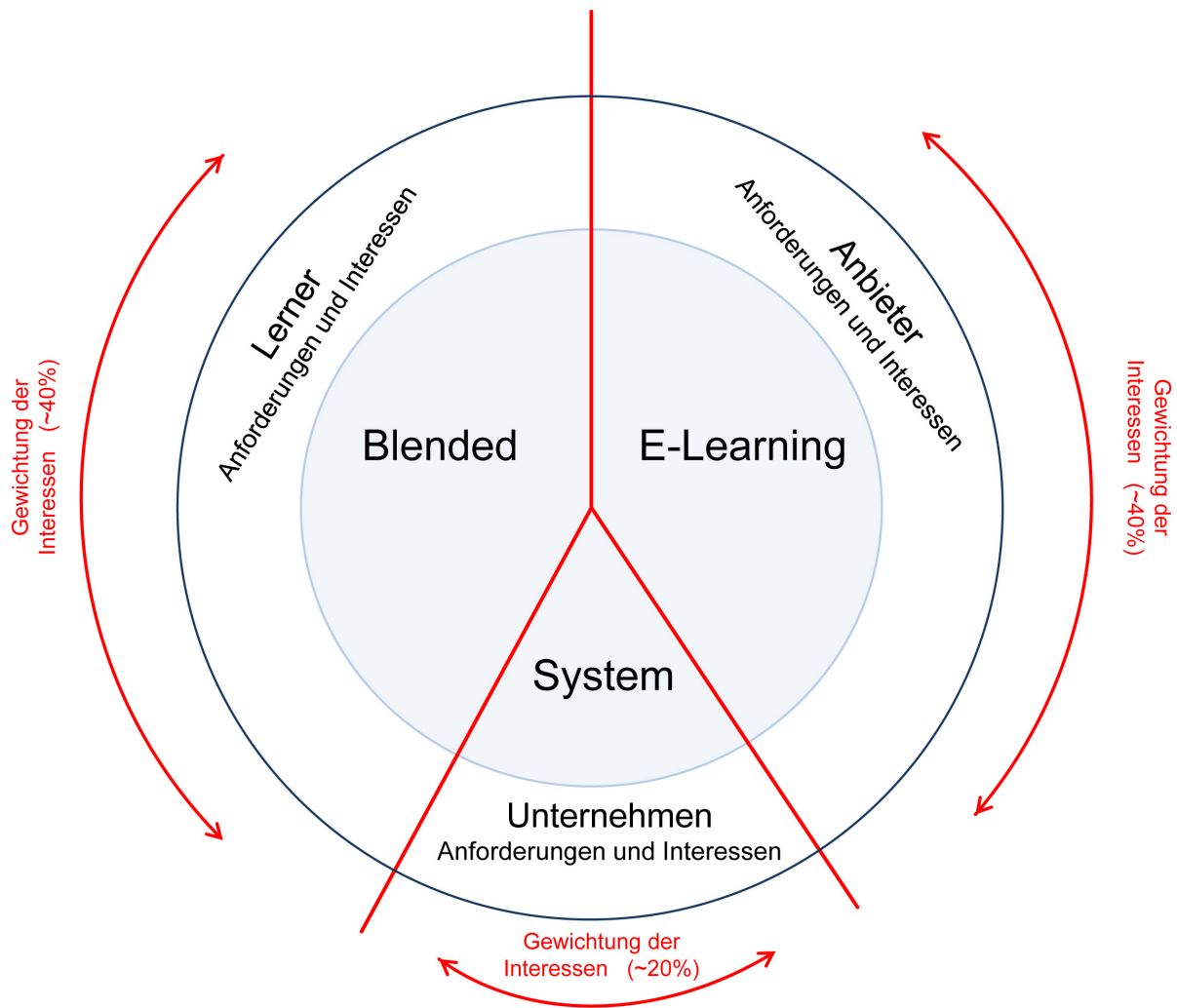


Abbildung 37: Zielgruppenmetrik für TIO<sup>360</sup>

Im nächsten Schritt wurde dieser informelle Anforderungskatalog sukzessive in Konzepte und Spezifikationen (die hier aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht angegeben werden sollen) für die softwaretechnische Umsetzung überführt. Die so entstandene Ausgestaltung des Systems zeigt der folgende Abschnitt.

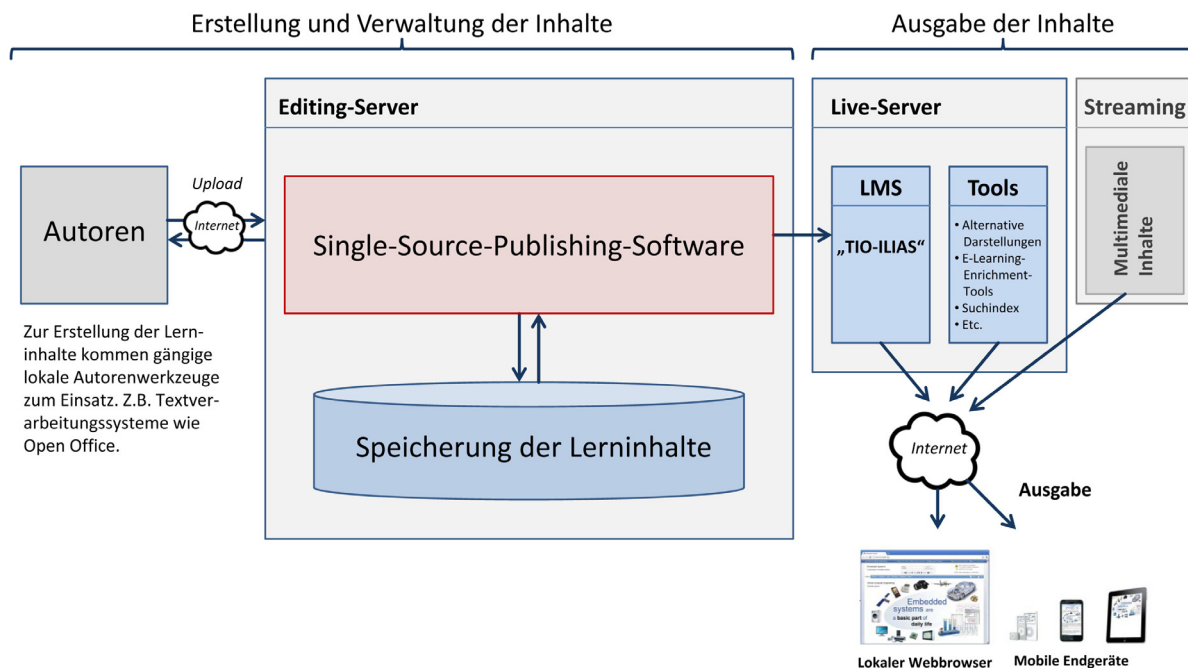
#### IV.2.3. Systemaufbau, Serverstruktur und Entwicklung

Analog zu der im Konzept entwickelten Architektur (vgl. III.7.2), basiert die TIO-Software grob aus den folgenden beiden logischen Teilbereichen (vgl. Abbildung 38):

- **Softwaremodule zur Erstellung und Verwaltung der Inhalte** (gängige Autorenwerkzeuge, Konvertierung in XML-basiertes Zwischenformat, dort versionierte Speicherung, Konvertierung für optimierter Ausgabe auf lokalen und mobilen Endgeräten, Übertragung an LMS ILIAS).

<sup>360</sup> Eigene Darstellung.

- **LMS-System ILIAS zur Ausgabe der Inhalte und zur Durchführung des E-Learnings (Studienbetrieb)**



**Abbildung 38: TIO-Gesamtprozess – Content-Erstellung und Publikation mit ILIAS<sup>361</sup>**

Es wird deutlich, dass für die Realisierung des Gesamtsystems unterschiedliche Softwarefragmente zu entwickeln waren. Zur Ermöglichung der plattformunabhängigen Benutzbarkeit des Systems wurde die komplette Software als Webanwendung realisiert, d.h. alle Komponenten lassen sich im Browser verwenden, einige davon auch optimiert für mobile Endgeräte.

Im Speziellen sind folgende (Open-Source-) Softwareteile entwickelt/angepasst worden:<sup>362</sup>

- **TIOWA:** Webanwendung zur Realisierung des Single-Source-Publishings, also zur Speicherung und Verwaltung der Lerninhalte.
- **Konvertersoftware:** Konvertierung von Lerninhalten (die mit Autorenwerkzeugen erstellt wurden) in XML4TIO und Weiterkonvertierung in SCORM/HTML/PDF für die Auslieferung und Darstellung via LMS ILIAS
- **XML4TIO:** Für TIO-Lerninhalte entwickeltes XML-Zwischenformat
- **LMS:** Anpassungen des LMS‘ ILIAS
- **E-Learning-Enrichment-Tools:** Konzipierung und Entwicklung von Simulatoren, Validatoren, Labs und Vorlesungsaufzeichnungen

<sup>361</sup> Eigene Darstellung.

<sup>362</sup> Diese Softwaremodule werden in den Abschnitten ab IV.2.4 detailliert vorgestellt.

Die Entscheidung für die Verwendung eines speziellen LMS konnte erst sehr spät im Projektverlauf abschließend geklärt werden. Aufgrund der Restriktionen, die von einzelnen Projektpartnern ausgingen, wurde das System zunächst so entwickelt, dass es an das LMS MOODLE angebunden werden konnte. Im Projektverlauf änderte sich allerdings die Entscheidung bzgl. des zu verwendenden LMS. Die Wahl fiel auf ILIAS, was in der derzeitigen Version (Stand 2010/11) insgesamt eher dem Standard einer modernen Webanwendung entspricht und für die TIO-Zwecke somit besser geeignet erschien. Durch die späte Auswahl des LMS ist als Nebeneffekt eine offene Systemstruktur entstanden, die potentiell das relativ einfache Austauschen des angebundenen LMS zulässt.

Diese leichte Auswechselbarkeit wird zudem durch die **Serverstruktur** des Systems unterstützt: Die beiden Teile des Systems – Inhaltserstellung/-Speicherung und Durchführung des Studienbetriebs mit LMS ILIAS – werden auf unterschiedlichen Servern gehostet, sodass diese leicht skalier- und austauschbar sind. Zudem wird durch die Trennung die Systemstabilität grundsätzlich begünstigt, da sämtliche Eigenentwicklungen auf dem Editing-Server laufen (dessen Ausfall keine Auswirkungen auf den Studienbetrieb und die Erreichbarkeit des Systems durch Studierende hat) und der Betrieb des LMS unabhängig davon ist (vgl. Abbildung 39).

Zur Steigerung der Effizienz und Verbesserung des Benutzererlebnisses wurden speicherintensive und multimediale Inhalte, wie z.B. die Vorlesungsaufzeichnungen, auf einen Streaming-Server ausgelagert, der diese Daten über eine andere Anbindung anbieten kann, ohne die Bandbreite des Produktionsservers für das LMS zu begrenzen. Auf eine Mirror-, bzw. Echtzeit-Backup-Lösung, welche den Ausfall eines Servers kompensieren würde, wurde bei der prototypischen Umsetzung verzichtet. Weitere Informationen zur Serverstruktur sind bei der Beschreibung des TIO-Gesamtprozesses in Abschnitt IV.2.4.1 angegeben.

### **Durchführung der Softwareentwicklung**

Wie in modernen Softwareprojekten üblich – und durch räumlich und fachlich unterschiedlich verteilte Entwickler obligatorisch – ist die Software stark modular aufgebaut. Auf diese Weise sind nachträgliche Änderungen des Funktionsumfangs oder von Techniken einfacher möglich. Die Entwicklung wurde innerhalb des Projekts von einem eigens initiierten „Arbeitskreis Softwareentwicklung“ durchgeführt. Dieser bestand (zeitweise) aus bis zu sechs wissenschaftlichen Mitarbeitern der Verbundpartner und zudem aus etwa 6-10 studentischen Hilfskräften. Die komplette konzeptionelle sowie organisatorische Planung und Durchführung der Softwareentwicklung fand unter meiner Leitung statt, weshalb viele der hier vorgestellten Konzepte meine Ideen sind oder deren Entwicklung von mir begleitet und angeregt wurde. Zudem

entwickelte ich große Teile der Software selbst – natürlich mit Unterstützung des oben angegebenen Arbeitskreis-Teams.<sup>363</sup>

Zur Koordinierung der Entwicklung kamen gängige Mittel des Softwareprojektmanagements zum Einsatz<sup>364</sup>, die implementierten Systemkomponenten wurden serverseitig in dem Versionierungssystem GIT<sup>365</sup> für die verteilte Softwareentwicklung gespeichert. Dabei hat jeder Entwickler eine lokale Kopie der Quellcodes für die Bearbeitung und kann diese nach Abschluss eines Entwicklungsschritts den anderen im GIT (das auf dem eigenen Server betrieben wird) zur Verfügung stellen – Veränderungen gegenüber anderen Versionen werden angezeigt und können einzeln kommentiert oder übernommen werden. Eine „fertige“ Zwischenversion wird dann zur Ansicht und zum Testen als Release „veröffentlicht“. Der Entwicklungsprozess konnte anhand dieses Verfahrens, trotz der stark verteilten Entwickler (Standort jeweils an den teilnehmenden Verbunduniversitäten), zügig und problemlos durchgeführt werden. Als Entwicklungsmethode wurde überwiegend das sog. „Rapid Prototyping“ eingesetzt. „Prototyping heißt, dass die Software nicht – wie beim Wasserfallmodell<sup>366</sup> – in einem einzigen, sequentiellen Entwicklungsprozess erstellt wird, sondern, dass schon sehr früh arbeitsfähige Programmversionen (Prototypen) gebaut und evaluiert werden.“<sup>367</sup> Bei dieser sehr agilen Softwareentwicklungsstrategie steht also die Erstellung „schneller Prototypen“ im Vordergrund, die bereits in frühen Entwicklungsstadien Tests hinsichtlich der geplanten Funktionalität, Oberfläche oder der abgebildeten Prozesse sowie die Berücksichtigung von Feedbacks der Benutzer oder des Kunden ermöglicht. Zudem kann dies im Sinne der kreativen Entwicklung von Systemen als eine Kreativitätstechnik angesehen werden, denn nicht bei allen im Rahmen des Projekts implementierten Softwaremodulen stand die genaue Ausrichtung oder Realisierung zu Beginn des Entwicklungsprozesses fest. Sämtliche Entwicklungen orientierten sich, wie im Rahmenwerk empfohlen, an aktuellen Standards und Empfehlungen für die Entwicklung von Webanwendungen.<sup>368</sup>

#### IV.2.4. Softwaremodule für die Entwicklung des TIO-Systems

Das TIO-Gesamtsystem besteht aus vielen einzelnen Softwarefragmenten. Die folgende Tabelle 23 gibt einen Überblick über die einzelnen Teile:

---

<sup>363</sup> Welche Entwickler am Erstellungsprozess der einzelnen Softwaremodule mitgewirkt haben, ist an entsprechender Stelle vermerkt.

<sup>364</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Projektmanagementsoftware>, abgerufen am 21.03.2013

<sup>365</sup> <http://git-scm.com>, abgerufen am 12.04.2013

<sup>366</sup> <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/is-management/Systementwicklung/Vorgehensmodell/Wasserfallmodell>, abgerufen am 10.12.2012

<sup>367</sup> Holzinger, o.J., S. 6

<sup>368</sup> Vgl. Zeldman 2006

Nr.	Softwaremodul	Beschreibung	Umsetzung
1	Autorentools (Nutzung gängiger Software)	In diesen Tools werden die Lerninhalte erstellt. Verwendung gängiger Textverarbeitungsprogramme als Autorensoftware Vorlagen helfen bei der „TIO-konformen“-Erstellung	Derzeit: Open Office oder Framemaker
1a	Autorentool „LearnDSL“	Autorentools auf Basis des Editor der Eclipse IDE <sup>369</sup> , das für die direkte Eingabe von „LearnDSL“-Syntax entwickelt wurde. LearnDSL ist eine skriptbasierte Sprache (mit Ähnlichkeiten zu LaTeX), zur vereinfachten Eingabe mathematischer Formeln. Mit dem LearnDSL-Konverter können diese Inhalte direkt in XML4TIO und/oder SCORM/HTML konvertiert werden. Entwickler: Karsten Becker (TUHH)	Eclipse Editor (für LearnDSL)
2	TIOWA „TIO-WebAnwendung“	Die TIO-Webanwendung steuert alle Tätigkeiten rund um die Lerninhalte – den Single-Source-Publishing-Prozess. Insbesondere: Upload der Rohdateien im Autorenformat, automatisierte Konvertierung in ein Zwischenformat (zur formatunabhängigen Speicherung), Konvertierung in verschiedene Ausgabeformate, Synchronisation der Lerninhalte mit LMS TIO-ILIAS, Verwaltung der gespeicherten Daten, Versionierung, Backup, etc. Entwickler: Daniel Sitzmann, Paul Bienkowski (UHH).	Eigenentwicklung (PHP 5.4, MySQL 5, HTML5, Javascript/Ajax, jQuery, Apache Webserver)
<b>Konvertierung I: Autorentools -&gt; XML-Speicherformat (XML4TIO)</b>			
3	Konverter „oo2tio“	oo2tio/tio2oo: Konvertiert OpenOffice-Dateien nach XML4TIO Entwickler: Kristian Schultz, Tobias Zimmer (beide UHH).	Eigenentwicklung (PHP 5.4)
4	Konverter „LearnDSL“	LearnDSL2tio/tio2LearnDSL: Konvertiert LearnDSL-Dateien nach XML4TIO Entwickler: Karsten Becker (TUHH)	Eigenentwicklung (Java JDK)
5	Konverter-Skript „Framemaker“ (FM)	Framemaker-Skript: Sichert Framemaker-Dokumente in XML4TIO Entwickler: Extern beauftragt von TUC	Eigenentwicklung (FM-Skript)
		Weitere in Planung (z.B. Microsoft Word)	
<b>XML-Speicherformat (XML4TIO)</b>			
6	XML4TIO	Zwischenformat auf XML-Basis zur Speicherung der Inhalte mit Metainformationen, aber ohne direkte Formatierungen, damit die Ausgabe in beliebige Formate ermöglicht werden kann. Entwickler: Karsten Becker (TUHH), Kristian Schultz, Daniel Sitzmann, Tobias Zimmer (alle UHH), Friedrich Meincke (UR)	Eigenentwicklung (XML), DTD/XML-Schema liegt vor <sup>370</sup>
<b>Konvertierung II: XML-Speicherformat (XML4TIO) -&gt; Ausgabeformate (lokal/mobil)</b>			
7	Konverter „tio2html“	Konverter, der XML4TIO-Dokumente derzeit in SCORM, HTML5 (für lokale und mobile Browser) und PDF konvertiert sowie einen Suchindex zur Durchsuchung erstellt. Entwickler: Karsten Becker (TUHH)	Eigenentwicklung (Java JDK)
<b>Lern-Management-System (LMS)</b>			
8	TIO-ILIAS	Lern-Management-System zur Verwaltung der Kurse, Lerninhalte und Studierenden. Kurse können organisiert, Lerninhalte und Übungen administriert und Studierende diesen zugeordnet werden. Zudem Unterstützung vieler nützlicher Funktionen für Studierende (Kalender, Kurslisten, Studierendenlisten, Nachrichten, etc.) und Web 2.0-Funktionen Standardfunktionalität von ILIAS wurde an einigen Stellen erweitert (zu „TIO-ILIAS“), um den anfangs gestellten Anforderungen gerecht zu werden. Entwickler: Kristian Schultz, Daniel Sitzmann, Tobias Zimmer(UHH)	Open Source LMS „ILIAS“, ergänzt um verschiedene Komponenten zum Einbinden automatisch erstellter Inhalte und Verbesserung der Ausgabe auf verschiedenen Geräten

<sup>369</sup> <http://www.eclipse.org>, abgerufen am

<sup>370</sup> <http://www.ti-online.org/XML4TIO>, abgerufen am 19.02.2013

9	Frontends	Anpassen von Frontends (fast) aller entwickelten Tools für die Nutzung mit lokalen und mobilen Geräten Entwickler: Daniel Sitzmann, Kristian Schultz (alle UHH)	PHP, HTML5, CSS, Javascript
<b>E-Learning-Enrichment-Tools (entwickelt an der UHH)</b>			
Simulation Endlicher Automat „AutoSim“, Entwickler: Paul Bienkowski, Betreuung: Daniel Sitzmann			Siehe IV.3.2.1
Simulation „Tankregelungssystem“, Entwickler: Dennis Griese, Henrik Losch, Daniel Sitzmann			Siehe IV.3.2.2
Lernspiel „PID-Ufo“, Entwickler: Fabian Mügge, Betreuung: Daniel Sitzmann			Siehe IV.3.3
Programmiervalidator „VHDL“, Entwickler: Fabian Mügge, Betreuung: Daniel Sitzmann			Siehe IV.3.4
Remote-Lab „Hardwareprogrammierung“, Entwickler: Fabian Mügge, Betreuung: Daniel Sitzmann			Siehe IV.3.5
<b>Sonstige entwickelte Softwaremodule</b>			
	Portal Webseite	Startseite für späteren Studienbetrieb ( <a href="http://www.ti-online.org">http://www.ti-online.org</a> ) Entwickler: Daniel Sitzmann (UHH), Nils Schulte (TUC)	CMS Typo3
	Projektwebseite	Informationen über das TIO-Projekt ( <a href="http://vhn.ti-online.org">http://vhn.ti-online.org</a> ) Entwickler: Daniel Sitzmann (UHH)	CMS Joomla

**Tabelle 23: Softwaremodule der TIO-E-Learning-Lösung<sup>371</sup>**

Die Entwicklung und Funktionalität dieser Softwaremodule und Beispiele aus dem Produktivbetrieb sind in den folgenden Abschnitten dokumentiert. Auf die Darstellung von Quellcodes wurde zugunsten einer besseren Lesbarkeit der Arbeit verzichtet.

#### **IV.2.4.1. TIO – Gesamtprozess zur Erstellung und Auslieferung der Lerninhalte**

Das komplette TIO-E-Learning-Software-System wird durch den in Abbildung 39 schematisch dargestellten „TIO-Gesamtprozess“ gebildet. Dieser wird durch alle Stationen von der Erstellung eines Dokuments durch den Autor (links) bis zur Publikation in ILIAS (rechts), d.h. bis zum Abruf der Lerninhalte mit verschiedensten Endgeräten im Rahmen des Studienbetriebs gebildet.<sup>372</sup>

<sup>371</sup> Eigene Darstellung.

<sup>372</sup> Vgl. Sitzmann et al. 2013

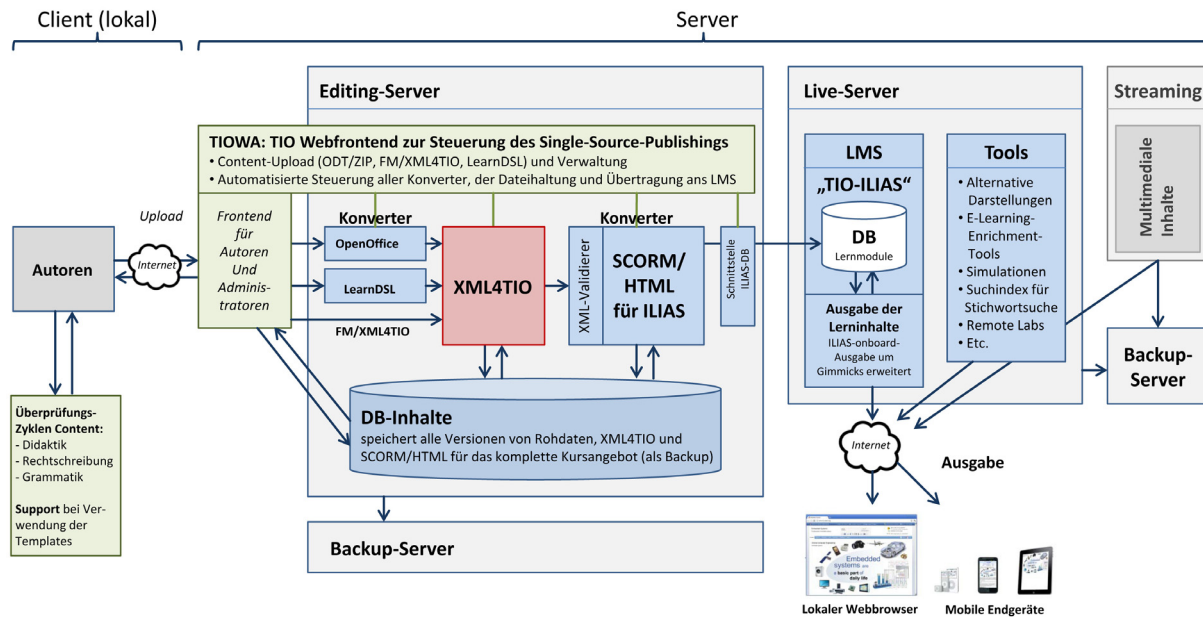


Abbildung 39: Erstellung von Lerninhalten und Publikation mit LMS ILIAS in TIO<sup>373</sup>

Zum Betrieb des Prototyps der TIO-Software sind dabei die folgenden Server im Einsatz:

- Editing-Server:** Sämtliche TIO-Eigenentwicklungen werden hier ausgeführt. Falls es Probleme mit der Software gibt, kann der Rechner problemlos neu gestartet oder die Konfiguration verändert werden, da dieser keinen direkten Einfluss auf das Produktionssystem hat. Ebenso werden auf diesem Gerät alle Roh-, XML4TIO- und Ausgabedaten gespeichert und versioniert archiviert.
- Live-Server:** Produktionssystem, das alle Webseiten für die Lerner/Kunden zur Verfügung stellt. Insbesondere liegen hier das LMS TIO-ILIAS und das Portal für Studierende. Ebenso sämtliche Lernmaterialien werden hier in der jeweils aktuellsten Version vorgehalten und stehen somit jederzeit zur Verfügung. Zum Skalieren der Systemleistung können die Systeme auf mehrere Server verteilt werden (das Remote-Lab benötigt ohnehin einen eigenen Server).
- Streaming-Server:** Produktionssystem, auf dem alle multimedialen und transferintensiven Daten wie z.B. Vorlesungsaufzeichnungen oder anderen Video-, bzw. Audiodokumente, gehostet werden. Im Idealfall hat dieses System eine gesonderte Leitung zum Internet mit erhöhter Bandbreite. Diese Inhalte werden über Links oder iFrames in die Lerninhalte eingebettet, sodass für Lerner ein einheitliches Nutzererlebnis garantiert wird.
- Backup-Server:** Sicherung des Systems und der Lerndaten von den anderen Servern.

<sup>373</sup> Eigene Darstellung.

Alle Server basieren auf Ubuntu Linux<sup>374</sup> in der Version 10.04.4 LTS. Die Ausfallsicherheit und die Administration der Hardware sowie die tägliche Erstellung von Backups werden vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal sichergestellt. Sämtliche Serviceleistungen rund um den Betrieb der TIO-Software werden bislang vom Software-Arbeitskreis durchgeführt, mittel- bis langfristig aber an die potentiellen Betreiber des Systems weitergegeben.

#### IV.2.4.2. TIOWA – TIO-Webanwendung

Die webbasierte Software **TIOWA**<sup>375</sup> (**TIO Webanwendung**) kann als das Herzstück des TIO-Dokument-Verarbeitungsprozesses nach dem Single-Source-Ansatz bezeichnet werden. Sie bildet die Schnittstelle zwischen Benutzern (Autoren oder Admins) und Dokumenten, steuert somit die versionierte Speicherung und Konvertierung der Dokumente. Die Arbeitsoberfläche ist in Abbildung 40 dargestellt:

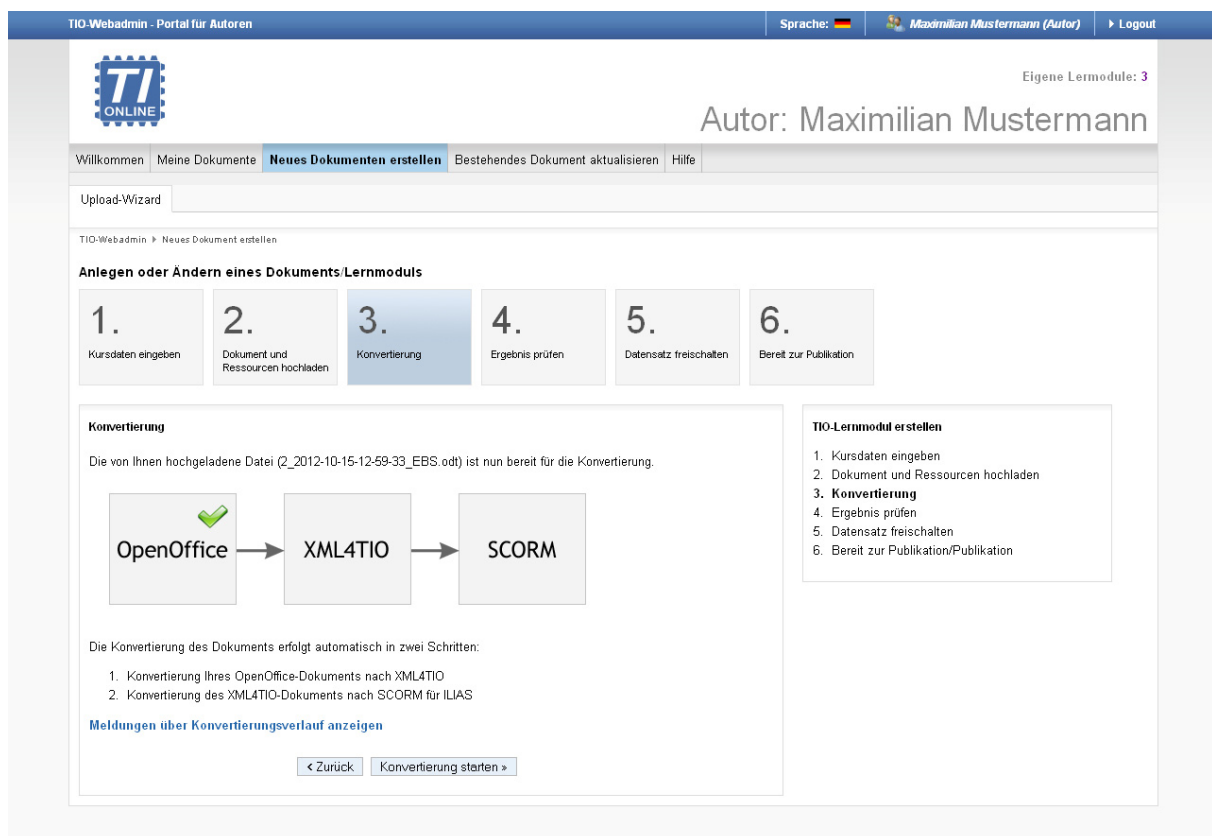


Abbildung 40: TIOWA - TIO-Webanwendung für die einfache Konvertierung von Lerninhalten<sup>376</sup>

<sup>374</sup> <http://www.ubuntu.com>, abgerufen am 26.04.2012

<sup>375</sup> <http://webadmin.ti-online.org>, abgerufen am 01.05.2013

<sup>376</sup> Eigene Darstellung, Screenshot TIOWA.



TIOWA ist als Webanwendung konzipiert und wird somit im Webbrowser (Crossbrowser) ausgeführt. Sie basiert auf PHP 5.4 und MySQL, für die Oberflächenentwicklung kamen HTML5, CSS3, Javascript/Ajax und jQuery zum Einsatz. Bei der Entwicklung wurden alle Empfehlungen hinsichtlich der Entwicklung von Webanwendungen und gängige Trends berücksichtigt. Da die Benutzung dieses Tools überwiegend für Autoren gedacht ist und diese die Lerndokumente (derzeit) kaum mit dem Smartphone erstellen oder bearbeiten werden, ist TIOWA derzeit nicht für die Ausgabe auf eben diesen mobilen Geräten optimiert. TIOWA ist ein geschlossenes System, d.h. jeder Benutzer/Autor hat einen eigenen Zugang und sieht dann die für seine Rolle/Berechtigung vorgesehenen Sichten auf das System (d.h. je nachdem, mit welcher **Benutzer-Rolle** man angemeldet ist, stehen unterschiedliche Funktionalitäten zur Verfügung):

- **Autor:** Soll eine möglichst einfache und intuitiv bedienbare Oberfläche sehen, die nicht verwirrt und dabei hilft, zielgerichtet alle notwendigen Prozesse durchführen zu können. Daher wurde konsequent alles, was nicht für die Erstellung oder Aktualisierung eines Dokuments notwendig ist, ausgeblendet.
- **Admin:** Gleiche Ansicht wie Autor, allerdings erweitert um die Möglichkeit, „ältere Versionen“ von Dokumenten wiederherzustellen, Benutzer zu verwalten und Logfiles einzusehen.
- **SuperUser:** Wie Admin, erweitert um die Möglichkeit, *alle* Systemeinstellungen rund um Benutzer, Konverter, Logs vornehmen zu können.

Im Fokus von TIOWA steht natürlich die Verwaltung von Dokumenten (nähere Ausführungen dazu im nächsten Abschnitt). Dabei durchführbare Aufgaben sind: Das Anlegen von Dokumenten, das Hochladen von zugehörigen Lerninhalten als Rohdaten (im Format des Autorenwerkzeugs) sowie das Aktualisieren und Löschen von Inhalten. Zudem steuert/triggert TIOWA die Konvertierung der Dokumente (vom Rohformat nach XML4TIO und weiter nach SCORM/HTML/PDF), erstellt währenddessen ausführliche Logfiles, speichert diese in einer Datenbank, sodass jeder Konvertierungsprozess nachverfolgt werden kann. Die Rückmeldung während des Konvertierungsprozesses wird jedem Nutzer angezeigt, sodass Probleme schnell eingegrenzt und größtenteils auch von Autoren selbst gelöst werden können, z.B. „Warnung: Formatierung fehlt“ (vgl. Abbildung 41).













TIO-Webadmin - Backend - v20121105						Sprache: 	 Max Mustermann (SuperUser)	Logout
System-Log								
ID	Vorgang	Typ	Beschreibung	User	Document	File	Datum	Actions
146	upload	info	File uploaded  User Paul Bienkowski uploaded the file Funktionstest.odt to document Testmodul.	Paul Bienkowski	Testmodul		23.11.2012 12:25 Uhr	<a href="#">löschen</a>
147	login	info	Paul Bienkowski logged in	Paul Bienkowski			29.11.2012 21:24 Uhr	<a href="#">löschen</a>
148	upload	info	File uploaded  User Paul Bienkowski uploaded the file Funktionstest.odt to document Testmodul.	Paul Bienkowski	Testmodul	Funktionstest.odt	29.11.2012 21:24 Uhr	<a href="#">löschen</a>
149	login	info	Paul Bienkowski logged in	Paul Bienkowski			29.11.2012 22:13 Uhr	<a href="#">löschen</a>
150	tio2scorm [55]	error		Paul Bienkowski	Testmodul	Funktionstest.odt	29.11.2012 22:35 Uhr	<a href="#">löschen</a>
151	tio2scorm [55]	warning	LocationRegistry.parseModule() Unexpected Element:abstract  LocationRegistry.parseModule() Unexpected Element:abstract	Paul Bienkowski	Testmodul	Funktionstest.odt	29.11.2012 22:35 Uhr	<a href="#">löschen</a>
152	tio2scorm [55]	warning	java.io.FileNotFoundException: final.xml (Permission denied) 	Paul Bienkowski	Testmodul	Funktionstest.odt	29.11.2012 22:35 Uhr	<a href="#">löschen</a>
153	tio2scorm [55]	warning	Unknown depth:0 	Paul Bienkowski	Testmodul	Funktionstest.odt	29.11.2012 22:35 Uhr	<a href="#">löschen</a>
154	tio2scorm [55]	warning	Module Body LO  Module Body LO	Paul Bienkowski	Testmodul	Funktionstest.odt	29.11.2012 22:35 Uhr	<a href="#">löschen</a>
155	tio2scorm [55]	warning	Section LO 	Paul Bienkowski	Testmodul	Funktionstest.odt	29.11.2012 22:35 Uhr	<a href="#">löschen</a>
156	tio2scorm [55]	warning	Unknown depth:0 	Paul Bienkowski	Testmodul	Funktionstest.odt	29.11.2012 22:35 Uhr	<a href="#">löschen</a>
157	tio2scorm [55]	warning	Section LO 	Paul Bienkowski	Testmodul	Funktionstest.odt	29.11.2012 22:35 Uhr	<a href="#">löschen</a>
158	tio2scorm [55]	warning	Section LO 	Paul Bienkowski	Testmodul	Funktionstest.odt	29.11.2012 22:35 Uhr	<a href="#">löschen</a>

Abbildung 41: Nachverfolgung von Problemen bei der Konvertierung<sup>377</sup>

Die einzelnen Facetten der Dokumentverwaltung und -konvertierung werden im Folgenden dargestellt.

#### IV.2.4.3. Single-Source-Ansatz mittels XML4TIO und Konvertierung

Die konkrete Gestaltung des Single-Source-Ansatzes erfolgte analog zu dem im Rahmenwerk vorgestellten (vgl. III.7.5.1). TIO nutzt zur Speicherung der Lerninhalte das eigens entwickelte „XML4TIO“ (weitere Informationen dazu im Abschnitt IV.2.4.5), die Konvertierung übernehmen selbst entwickelte Softwaremodule (die im folgenden Abschnitt vorgestellt werden). Der Ablauf einer Konvertierung verläuft dabei wie folgt ab (vgl. Abbildung 43):

1. **Input:** Die Lerninhalte müssen mit einem von TIO unterstützen Autorenwerkzeug erstellt werden; dies soll zukünftig alle gängigen Office-/Textverarbeitungsprogramme abdecken. Derzeit sind gültige Eingabeformate „Open Office“ (.ODT), „Framemaker“ (.FM) und „LearnDSL“.

<sup>377</sup> Eigene Darstellung, Screenshot.

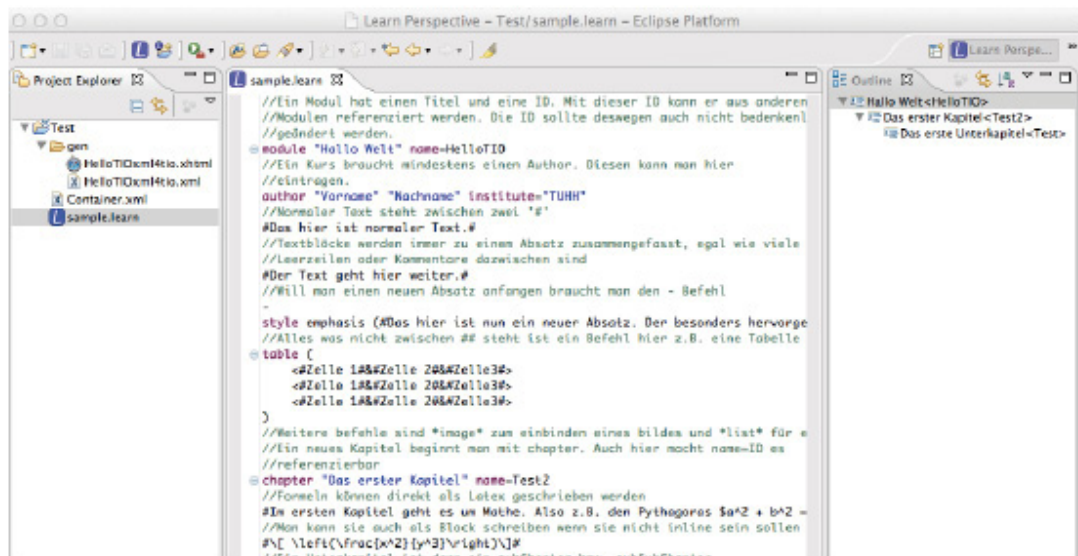


Abbildung 42: LearnDSL-Editor zur Erstellung von Lerninhalten<sup>378</sup>

Für diese stehen Vorlagen zur Verfügung, die bei der Erstellung von TIO-konformen Dokumenten helfen. Für eine problemlose Konvertierung müssen die Eingabedateien, wie bereits erwähnt, bestimmten Formatierungsrichtlinien entsprechen, bspw. Markieren von für die Gliederung relevanten Überschriften mit Formatvorlage „Überschrift 1“, sodass diese im XML als semantisch (für Gliederung) relevant erkannt werden. Aus den so markierten Elementen kann bei der weiteren Konvertierung z.B. wieder ein Inhaltsverzeichnis entstehen.

2. **Konvertierung I:** Je nach Eingabeformat wird der entsprechende Konverter aufgerufen, der die Lerninhalte von diesem ins Zwischenformat konvertiert. Je nach Dokumentgröße dauert dies bei gängigen Dokumenten von bis zu 400 Seiten mit 200 Abbildungen etwa 30-300 Sekunden. Die hohe Schwankung bei der Konvertierungsdauer erklärt sich insbesondere bei Open Office durch die Verwendung eingebetteter Abbildungen. Diese müssen dann erst anhand eines Zusatztools in externe Graphiken konvertiert werden.
3. **Zwischenformat XML4TIO:** Speicherformat (Details siehe Abschnitt IV.2.4.5).
4. **Konvertierung II:** Konvertierung des Zwischenformats in SCORM (SCORM-2004, gängiger Standard bei E-Learning-Inhalten), HTML5 (lokal und mobil), PDF. Zusätzlich werden die Daten in einem Suchindex gespeichert, damit die Lerninhalte später einfach durchsucht werden können. Dauer der Konvertierung eines wie oben angegebenen Dokuments: Etwa 30-100 Sekunden (hier liegen bereits alle einzubindenden Medien als einzelne Dateien vor).
5. **Ausgabe bzw. Übertragung an ILIAS:** Die in der Konvertierung entstandenen Daten

<sup>378</sup> Eigene Darstellung, Screenshot.

werden nach Erfolg und Freigabe durch den Autor auf das Live-System zu TIO-ILIAS übertragen.

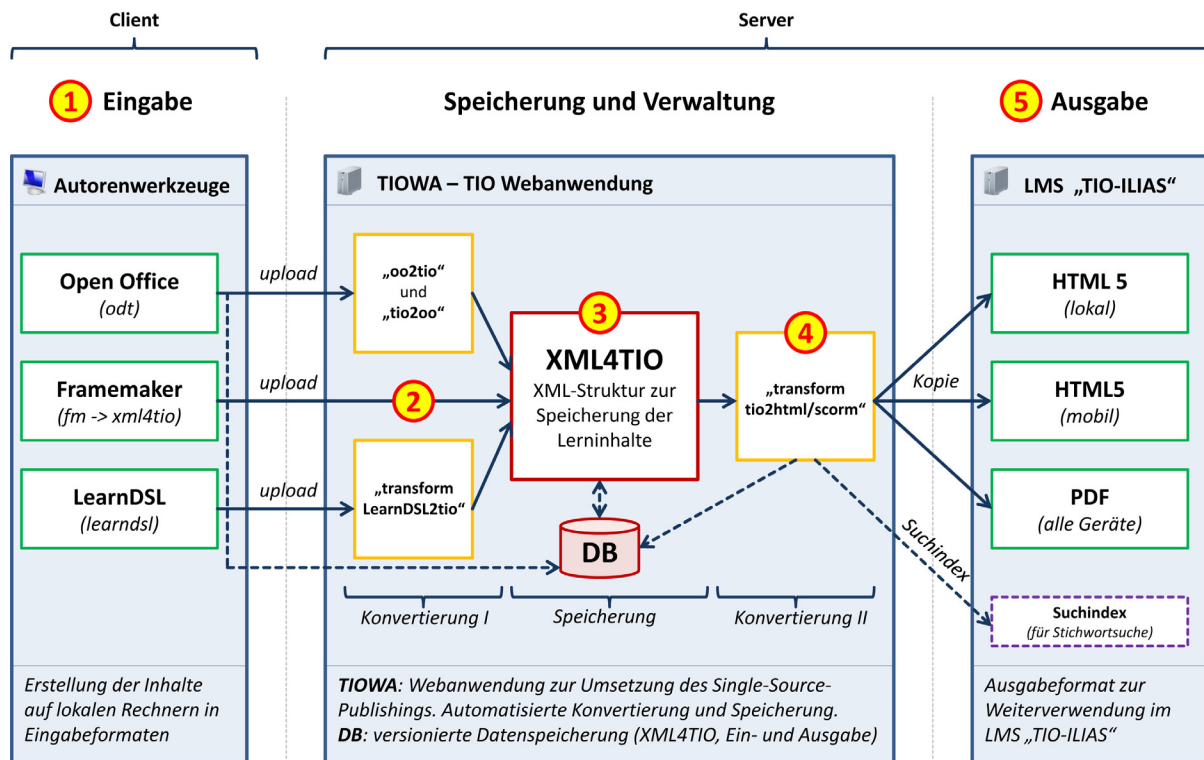


Abbildung 43: Single-Source-Publishing in TIO<sup>379</sup>

Zur Verdeutlichung des Ablaufs eines Aktualisierungsprozesses für ein Dokument ist im Folgenden der komplette „Weg“ innerhalb des TIO-Prozesses von der Dokumenterstellung bis zur Anzeige für Studierende beschrieben – aus Sicht des Dokuments und aus Sicht des Autors.

#### Aus Dokumenten-Sicht:

- Erstellung durch Autoren auf dessen lokalen Rechnern mit Editor/Autorenwerkzeug – im Idealfall durchläuft das Dokument dann mehrere inhaltliche Entwicklungsrunden mit Feedback und Korrektur. Für die Erstellung TIO-konformer Dokumente stehen für alle unterstützten Autorenwerkzeuge Vorlagen zur Verfügung.
- Das Dokument wird vom Autor mithilfe der Webanwendung TIOWA auf den Editing-Server übertragen; die Rohdaten werden versioniert und archiviert. Derzeit mögliche Formate: Open Office ODT und XML4TIO (Framemaker- und LearnDSL-Dateien werden direkt als XML4TIO hochgeladen), Abbildungen werden entweder eingebettet oder als Link eingebunden, dann alle Dokumente in ZIP-Files gepackt.

<sup>379</sup> Eigene Darstellung.

- Konvertierung I: Das Dokument wird mit dem entsprechenden Konverter nach XML4TIO konvertiert (falls es sich um eine mit Framemaker erstellte Datei handelt, wird dieser Schritt übersprungen).
- Speicherung der Daten in XML4TIO, inkl. Versionierung und Archivierung.
- Konvertierung II: Das Dokument wird in SCORM, HTML5 (für lokale und mobile Browser) und in PDF konvertiert. Ein Suchindex wird generiert, der das spätere Durchsuchen der Dokumente im Webbrowser erlaubt.
- Dokument-Vorschau: Das Ergebnis der Konvertierung kann in einer Vorschau begutachtet/geprüft werden. Nach Prüfung erfolgt Freigabe.
- Das Dokument wird auf den Live-Server zu TIO-ILIAS kopiert und steht dort den Studierenden sofort zur Verfügung. Späteres Freischalten durch Administratoren ist natürlich auch möglich.

Im Vergleich dazu, **TIO-Prozess aus Sicht des Autors:**

- Erstellung des Dokuments mithilfe von Autorenwerkzeug und Vorlage
- Einloggen im System „TIOWA“, dort dann Anlegen eines neuen oder Ändern eines bestehenden TIOWA-Dokuments (Verwaltungseinheit in TIOWA, die beliebig viele Lerninhalt-Dateien enthalten kann, wobei aber immer nur eine als „aktuell“ markiert ist)
- Upload von Lerninhalten innerhalb des TIOWA-Dokuments, die hochgeladene Datei wird zur aktuellen Lerninhalt-Datei des Dokuments.
- Starten der automatisierten Konvertierung durch einen Klick (vgl. Abbildung 40).
- Feedback über Konvertierung: Erfolgreich oder detaillierte Fehlermeldung (z.B., wenn ein Dokument Fehler enthält, falsch formatiert ist, etc.). Im Erfolgsfall wird eine HTML-Vorschau angezeigt, die vom Autor freigegeben werden muss
- Nach Freigabe wird die Datei mit einem Klick in das Live-System übertragen.

Zusammenfassend kann somit festgehalten werden, dass die Aktualisierung eines Inhalts im Live-System (z.B. Korrektur eines Schreibfehlers) über das TIOWA-System mit den zugehörigen Konvertern in ca. 5 Minuten durchgeführt werden kann und dann (je nach Einstellung) die Neuerungen direkt für Studierende sichtbar sind. Prinzipiell ist die Entwicklung weiterer Konverter möglich, sodass mehr Eingabe- und Ausgabeformate unterstützt werden können. Einzige Restriktion dabei ist, dass es sich um Textdaten handeln muss – Graphik-, Audio- oder Videoformate können nicht als Rohdaten verwendet und auch nur begrenzt als Ausgabe erzeugt werden. Derartige Formate müssen auf anderem Weg erstellt und aktualisiert werden.

#### IV.2.4.4. Konvertersoftware zur Ermöglichung des Single-Source-Publishings

Das Single-Source-Publishing wäre ohne die Konvertierung von Inhalten aus einem oder in ein bestimmtes Format nicht möglich. Die folgende Tabelle 24 zeigt die in der TIOWA-Software zum Einsatz kommenden Konvertermodule.

Konverter/Skripte	Detailinformationen bzgl. Funktionalität, Umsetzung, Ablauf und Entwickler
<b>Konverter I (ein verlustfreier Roundtrip wurde nur für oo2tio und tio2LearnDSL realisiert)</b>	
<i>oo2tio</i>	<p><b>Beschreibung:</b> Konvertiert OpenOffice-Dateien nach XML4TIO</p> <p><b>Technische Umsetzung:</b> PHP 5 (objektorientiert), LibreOffice.</p> <p><b>Ablauf:</b> Die Konvertierung übernimmt ein PHP-Skript, das die ODT-Datei absatzweise analysiert und nach den Auszeichnungselementen (im OpenOffice-Dokument z.B. mit den Formatvorlagen „Titel“, „Gliederungsebene 1“, „Absatztext“, etc. formatiert) von XML4TIO sucht und so rekursiv einen XML-Baum erstellt, der die Struktur des Dokuments, aber auch alle Inhalte enthält. Elemente wie Text, Tabellen, Listen, etc. können dabei direkt übernommen werden. Formeln und Abbildungen werden gesondert behandelt und mit externen Tools weiterverarbeitet (z.B. werden eingebettete Graphiken konvertiert und als eigene Dateien erstellt) und dann dem Inhaltsbaum hinzugefügt. Aus all diesen Informationen wird dann die XML4TIO-Repräsentation der Inhalte generiert, in Form der XML-Dokumente „Container.xml“ und „content.xml“.</p> <p><b>Entwickler:</b> Kristian Schultz, Tobias Zimmer (Projektmitarbeiter an der UHH)</p>
<i>tio2oo</i>	<p><b>Beschreibung:</b> Konvertiert XML4TIO-Dateien nach OpenOffice</p> <p><b>Technische Umsetzung:</b> PHP 5 (objektorientiert), LibreOffice.</p> <p><b>Ablauf:</b> Die oben angegebenen Schritte werden – vereinfacht dargestellt – in der umgekehrten Reihenfolge durchgeführt. Beide Konverter bilden also einen „verlustfreien Roundtrip“ ab: OpenOffice-Datei -&gt; XML4TIO -&gt; OpenOffice-Datei -&gt; ...</p> <p><b>Entwickler:</b> Kristian Schultz, Tobias Zimmer (Projektmitarbeiter an der UHH)</p>
<i>LearnDSL2tio</i>	<p><b>Beschreibung:</b> Konvertiert LearnDSL-Dateien nach XML4TIO</p> <p><b>Technische Umsetzung:</b> Java JDK, Eclipse, XText<sup>380</sup>, snuggleTex<sup>381</sup></p> <p><b>Ablauf:</b> Da es sich bei LearnDSL um eine eigene „Domain Specific Language“ (DTD) handelt, kann dieses nahezu direkt mit einfachen Mitteln in XML4TIO transformiert werden. Dazu wird der in der Eclipse-Editor-Umgebung in LearnDSL eingegebene Lerninhalt mittels XText automatisch in ein EMF-Datenmodell überführt (internes Eclipse-Modell, „Eclipse Modeling Framework“), das dann nach XML4TIO transformiert wird. Eine Besonderheit stellen dabei Formeln dar, die im LearnDSL-Code in LaTeX vorliegen: Diese werden zunächst automatisch mit dem Tool „snuggleTex“ in MathML überführt.</p> <p><b>Entwickler:</b> Karsten Becker (Projektmitarbeiter an der TUHH)</p>
<i>tio2LearnDSL</i>	<p><b>Beschreibung:</b> Konvertiert XML4TIO-Dateien nach LearnDSL</p> <p><b>Technische Umsetzung:</b> Java JDK, Eclipse, XText, snuggleTex</p> <p><b>Ablauf:</b> Die oben angegebenen Schritte werden – vereinfacht dargestellt – in der umgekehrten Reihenfolge durchgeführt. Beide Konverter bilden also einen „verlustfreien Roundtrip“ ab: LearnDSL -&gt; XML4TIO -&gt; LearnDSL -&gt; ...</p> <p><b>Entwickler:</b> Karsten Becker (Projektmitarbeiter an der TUHH)</p>
<i>Framemaker-Skript</i>	<p><b>Beschreibung:</b> speichert Framemaker-Dokumente in XML4TIO</p> <p><b>Technische Umsetzung:</b> EDD-Skript für Adobe Framemaker</p> <p><b>Ablauf:</b> Zum Speichern von Framemaker-Dokumenten in XML4TIO muss Framemaker zunächst auf den „structured mode“ umgestellt werden. Anhand eines „Element Definition Documents“ (EDD), das aus der XML4TIO-Spezifikation erstellt wird, einer DTD und einem XSLT-Stylesheet kann eine „Structured Application Definition“ für Framemaker erstellt werden (teilweise automatisch, aber leider ist auch vielfältige manuelle Nachbearbeitungen notwendig). Damit ist es dann möglich, ein Framemaker Dokument einfach mittels „Speichern unter“ im XML4TIO-Format zu speichern.</p> <p><b>Entwickler:</b> Externe Entwicklung beauftragt von der TUC</p>

<sup>380</sup> <http://www.eclipse.org/Xtext>, abgerufen am 25.11.2012

<sup>381</sup> <http://www2.ph.ed.ac.uk/snuggletex/documentation/overview-and-features.html>, abgerufen am 25.11.2012

Konverter II – „one-way“ von XML4TIO nach SCORM/HTML:	
<i>tio2HTML</i>	<p><b>Beschreibung:</b> konvertiert XML4TIO-Dateien nach SCORM, HTML5 (lokal/mobil). Nach Beendigung der Konvertierung wird eine PDF-Version aus dem HTML und ein Suchindex für Lerninhalte erstellt (jeweils externe Tools, die aber direkt nach der Konvertierung von TIOWA getriggert werden und somit zu diesem Konvertierungsschritt gezählt werden)</p> <p><b>Technische Umsetzung:</b> Java JDK</p> <p><b>Ablauf:</b> Zunächst wird vom Konverter die Datei „Container.xml“ geöffnet und die entsprechenden vorhandenen Module eingelesen. Das mit „root“ markierte Modul wird aus „content.xml“ gelesen und durchlaufen, dabei referenzierte Medien und vor allem andere Module werden in ein „komplettes Modul“ kopiert. Dieses Kompletต์modul wird nun vom Konverter durchlaufen und ein entsprechender „Navigationsplan“ in Form einer Liste erstellt. Darin steht nun, welche Seiten es gibt, welche Inhalte auf welcher Seite stehen, wie die jeweilige Vorgänger- oder Nachfolger-Seite heißt und wo die Position im gesamten Gliederungsbaum ist. Aus diesen Informationen können dann die SCORM-Daten erstellt werden. D.h. das Modul wird mittels dieser Gliederung und XSLT in die Ausgabe transformiert und die einzelnen HTML-Dateien geschrieben. Abschließend werden HTML-Dateien, Mediendateien, CSS-/Javascript und das XML-Inhaltsverzeichnis in ein SCORM-Zip-Archiv gepackt.</p> <p><b>Entwickler:</b> Karsten Becker (Projektmitarbeiter an der TUHH)</p>
Das Zusammenspiel der Konverter zur Realisierung des Single-Source-Ansatzes in TIO zeigt Abbildung 43 (Abschnitt IV.2.4.3).	

Tabelle 24: Eigenschaften der in TIO eingesetzten Konverter<sup>382</sup>

Grundsätzlich sind die Konverter (mit Ausnahme des FM-Skripts, dazu unten mehr) als Stand-alone-Werkzeuge konzipiert, die an der Kommandozeile (z.B. in der Windows-, MAC OSX oder Linux-Konsole/Bash) angesprochen werden können. Ein typischer Aufruf könnte dann beispielsweise so aussehen:

```
„oo2tio [Attribute] -i:[Pfad Rohdatei/Name] -o:[Pfad Ausgabedatei/Name] [Pfad Logdatei/Name]“
```

Da dies eher eine praktikable Variante für Administratoren ist, wurden die Konverter in TIOWA eingebettet, sodass der Aufruf über einen Mausklick in der graphischen Benutzeroberfläche erfolgt. Als Rückgabewert erstellen die Konverter Logfiles, aus denen sich entnehmen lässt, ob ein Konvertierungsvorgang erfolgreich war oder nicht. Die Nachrichten in der Logfiles sind dabei kategorisiert nach „Fehlern“, „Warnungen“ und „Infos“ – wobei ein Fehler grundsätzlich bedeutet, dass die Konvertierung nicht erfolgreich war. Auf diese Weise entstehen Konverterrückgabewerte wie „true“ oder „false“, die dann zur Generierung des TIOWA-Statusberichts verwendet werden. Zudem werden die Logfiles auf Wunsch graphisch aufbereitet in TIOWA angezeigt, sodass potentiell notwendige Veränderungen an den Rohdaten (falls ein Fehler entstand oder die Darstellung nicht den Vorstellungen entsprach) einfach erkannt werden können (vgl. Abbildung 41 in Abschnitt IV.2.4.2).

Sind die Eingabeformate entweder Framemaker- oder LearnDSL-Dateien, werden diese derzeit nicht innerhalb von TIOWA nach XML4TIO konvertiert. Vielmehr bieten sie jeweils einen eigenen Mechanismus an, um die erzeugten Daten in XML4TIO zu speichern. Mit der

<sup>382</sup> Eigene Darstellung.

Software Adobe Framemaker können z.B. bereits Dokumente als XML-Daten gespeichert werden. Zwar entspricht die so generierte XML-Struktur noch nicht der von TIO, kann aber anhand „bordeigener Mittel“ in diese umgewandelt werden. Dazu wird anhand der XML4TIO-Elementspezifikationen ein „Konverterskript“ erzeugt, das Framemaker ermöglicht, die Dokumente, bzw. Lerninhalte, dann direkt im XML4TIO-Format zu speichern (Details zum Ablauf, siehe Tabelle 24). Allerdings ist die Aufbereitung der Dokumente (z.B. bezogen auf Formatierungen, Abbildungen, etc.) mit Framemaker aufwendig sowie fehleranfällig. Problematisch ist zudem, dass Formatierungsfehler während der Eingabe nicht erkannt werden (dies gilt auch für die Nutzung von OpenOffice) und somit das Konvertierungsergebnis „Fehler“, bzw. ungewollte Formatierungen, aufweisen kann. Der LearnDSL-Editor zur Aufbereitung von formellastigen Lerninhalten hingegen, der als Package in der Eclipse IDE<sup>383</sup> integriert ist, bietet einen Echtzeit-Check des eingegebenen Markups. Hier werden nämlich sämtliche Gliederungs- und Formatierungsmerkmale als Quellcode geschrieben – eine graphische Oberfläche („WYSIWYG“) gibt es derzeit nicht. Durch die unmittelbare Überprüfung der eingegebenen Gliederungselemente entstehen in der Regel keine unerwarteten Abbrüche der Konverter oder fehlerhaften Darstellungen bei der Ausgabe.

Die Entwicklung der Konverter I war natürlich sehr stark von der verwendeten XML-Struktur abhängig (DTD/XML-Schema), da die generierten Ergebnisse der geplanten Struktur entsprechen mussten. Konverter II wiederum war auf die Einhaltung dieser Spezifikation angewiesen, um die Konvertierung ins Ausgabeformat durchführen zu können. Um dies zu garantieren, sind in beiden Konvertern XML-Validatoren integriert. Die in TIO zum Einsatz kommende XML-Struktur („XML4TIO“) zur Speicherung der Inhalte wird im folgenden Abschnitt vorgestellt.

#### IV.2.4.5. XML4TIO – Formatunabhängige Speicherung von Lernmodulen

Die Eigenschaften von XML als Grundlage für den Single-Source-Publishing-Prozess wurden bereits in Abschnitt III.7.5.2 angeführt. Im Rahmen von TIO wurde ausgehend von der XML-Struktur „<ML<sup>3</sup>>“, die zur Speicherung von skalierbaren E-Learning-Inhalten für technische Informatik innerhalb des WWR-Projekts (vgl. III.3) konzipiert wurde, das TIO-projekteigene „XML4TIO“-Format<sup>384</sup> entwickelt. XML4TIO ist dabei keine Untermenge von <ML<sup>3</sup>>. Zwar orientiert es sich an der dort gefundenen Struktur, ist aber deutlich leichtgewichtiger und verzichtet auf die Möglichkeit der Skalierung der Inhalte hinsichtlich verschiedener Dimensionen, wie z.B. Ausgabemedium, Schwierigkeitsgrad, etc. Diese starke Vereinfachung war von Anfang an so gewollt, da die XML-Struktur natürlich auch eine entsprechende Repräsentation

<sup>383</sup> IDE: Integrierte Entwicklungsumgebung für JAVA und andere Programmiersprachen

<sup>384</sup> Aktuelle Spezifikation im Web unter: <http://www.ti-online.org/XML4TIO>, abgerufen am 03.04.2013



in der Konvertersoftware haben muss – so ist jedes Auszeichnungselement („Titel“, „Überschrift 1“, etc.) im Rohdokument gleichermaßen in der XML-Struktur und den Konvertern vorzuhalten. Insbesondere wird dadurch auch erkennbar, dass die Änderung an einem dieser Softwarefragmente (das Hinzufügen eines Auszeichnungselements in der XML-Struktur, wie z.B. „überstrichenes oder durchgestrichenes Wort“), die gleiche Änderung auch innerhalb der anderen impliziert, da Konverter und Speicherformat sonst Inkonsistenzen aufweisen würden, die zum fehlerhaften Abbruch des Publikationsprozesses führten. Um die Entwicklungen hier in einem überschaubaren Rahmen zu halten, wurden für den Prototyp also nur die absolut notwendigsten Elemente umgesetzt, mit der die Lerninhalte für den MINT-Bereich umfassend repräsentiert und gespeichert werden können. Formeln werden in der Beschreibungssprache MathML in Textform gespeichert, erst die Darstellung in HTML macht daraus via MathJAX wieder eine „richtige Formel“ mit den entsprechenden Sonderzeichen. Abbildungen und sonstige multimediale Elemente werden nur in Form von Verweisen zu externen Dateien in der XML-Struktur gespeichert. Eine komplette Auflistung der in XML4TIO derzeit unterstützten Auszeichnungselemente (vgl. Tabelle 56 in Abschnitt VI.3.1.1) und die zugehörigen Schemadefinitionen (vgl. VI.3.1.2) finden sich im Anhang unter VI.3.1.

### Grundprinzip der Datenrepräsentation und Funktionsweise von XML4TIO

Im TIO-Gesamtprozess zur Erstellung von Lerninhalten werden Rohdaten im Format des jeweiligen Autorenwerkzeuges in das XML4TIO-Speicherformat konvertiert (vgl. IV.2.4.3). Konkret werden dazu (wie in Tabelle 24 beschrieben) die Eingangsdaten durch den jeweiligen (zum Eingabeformat passenden) Konverter in einen strukturierten XML-Baum überführt, der sämtliche Gliederungsinformationen, Inhalte und weitere semantische relevante Daten oder Metainformationen bezogen auf die Inhalte enthält. Daraus wird die XML4TIO-Repräsentation der Lerninhalte, bzw. Daten, in Form von XML-Dateien erstellt. Dabei entstehen beispielsweise aus einem OpenOffice-Dokument mit eingebetteten Abbildungen folgende Dateien:

- **„Container.xml“:**<sup>385</sup> Fasst alle LOs/TIO-Module zusammen, die zu einem Kurs gehören. Zusätzlich beinhaltet der Container den Speicherort aller eingebundenen Medienobjekte (über interne URN TIO-file) und die Modulbeschreibung (TIOabstract). Das erste LO/TIO-Modul hat die Eigenschaft „root“.
- **„content.xml“:**<sup>386</sup> Enthält den kompletten strukturierten/gegliederten Lerninhalt (Textinhalt, Kapitelunterteilung, Texte, Tabellen, Listen, Übungsaufgaben und Referenzen, z.B. auf Abbildungen) unterteilt in „<sections>“, was den Gliederungsebenen ent-

---

<sup>385</sup> Definiert in „xml4tio\_v0.6.0Container.xsd“, vgl. Anhang im Abschnitt VI.3.1.2.

<sup>386</sup> Definiert in „xml4tio\_v0.6.0Module.xsd“, vgl. Anhang im Abschnitt VI.3.1.2.

spricht. Mediendateien werden mit der internen URN<sup>387</sup> TIO-file referenziert, der Speicherort ist in Container.xml angegeben. Grundsätzlich kann ein Kurs aus mehreren content-Dateien bestehen (z.B. via LearnDSL oder manuell erstellt), die dann im Container vermerkt sind. Aus OpenOffice-Dateien generiertes XML4TIO hat allerdings immer nur eine content.xml mit dem kompletten Inhalt.

- **Mediendateien:** Zusätzlich wird ein Ordner (/media/) erstellt, in dem zusätzliche Medienobjekte, wie z.B. Abbildungen in Form von Bilddateien, hinterlegt sind. Im Fall der Weiterkonvertierung nach HTML werden diese übernommen und so kopiert, dass sie dann im HTML-Dokument eingebunden werden können und dort sichtbar sind.

Das Vorhandensein von zwei XML-Dateien zur Speicherung eines Lerninhalts mag zunächst verwirrend sein, hat aber wichtige Gründe: Einerseits soll es nur eine zentrale Stelle geben (in Container.xml als URN/Datei-Paar), an der externe Dateien (Abbildungen, andere Mediendateien oder weitere Inhaltsdateien) referenziert werden und dann nur dort Pfad- oder Dateiinformationen angegeben sind. Es sollen also Redundanzen (z.B. bei Mehrfachverwendung bestimmter Elemente) vermieden werden, die schnell zu Fehlern führen können („Objekt nicht gefunden“). Andererseits ergibt sich durch die zentrale Auflistung eine einfache Möglichkeit des Tests, ob entsprechende Ressourcen auch vorhanden sind. So können in der content.xml nur Medienobjekte in Form von URNs eingebunden werden, die auch in Container.xml aufgeführt sind.

Der Ablauf des o.a. Beispiels wird noch einmal in Abbildung 44 verdeutlicht (Die Nummerierung entspricht den Schritten des Single-Source-Publishing-Prozesses in Abbildung 43, in Abschnitt IV.2.4.3). Grundsätzlich ist bei diesem Prozess der zweite Konvertierungsschritt (nach SCORM/HTML) als weniger diffizil anzusehen. Dies liegt insbesondere daran, dass es hier nur ein standardisiertes Eingabeformat in Form von XML4TIO gibt. Die Konvertierung an sich wird mithilfe der XSL-Transformation durchgeführt, bei der die Elemente der strukturierten XML4TIO-Baumstruktur mit (im XSLT-Stylesheet vermerkten) Umwandlungsregeln versehen werden. D.h. die Daten werden bei der Transformation nach HTML mit HTML-Tags versehen, welche die gewünschte Formatierung der Ausgabe vornehmen (anhand eines hinterlegten CSS). Beispielsweise werden „<sections>“ und zugehörige Titel wieder zu Überschriften unterschiedlicher Gliederungsebenen etc. Das Ergebnis dieser Umwandlung wird von Konverter II in Form von verschiedenen HTML-Dateien gespeichert und als komplettes SCORM-Zip-Archiv an das LMS TIO-ILIAS zur Ausgabe weitergegeben. Innerhalb dieses Archivs sind neben den HTML-Dateien auch der Medienordner und weitere für die spätere Ausgabe und gewünschte Funktionalität wichtige Dateien hinterlegt (CSS, Javascript, etc.).

---

<sup>387</sup> Uniform Resource Name, <http://www.w3.org/Addressing/URL/uri-spec.html>, abgerufen am 14.03.2013

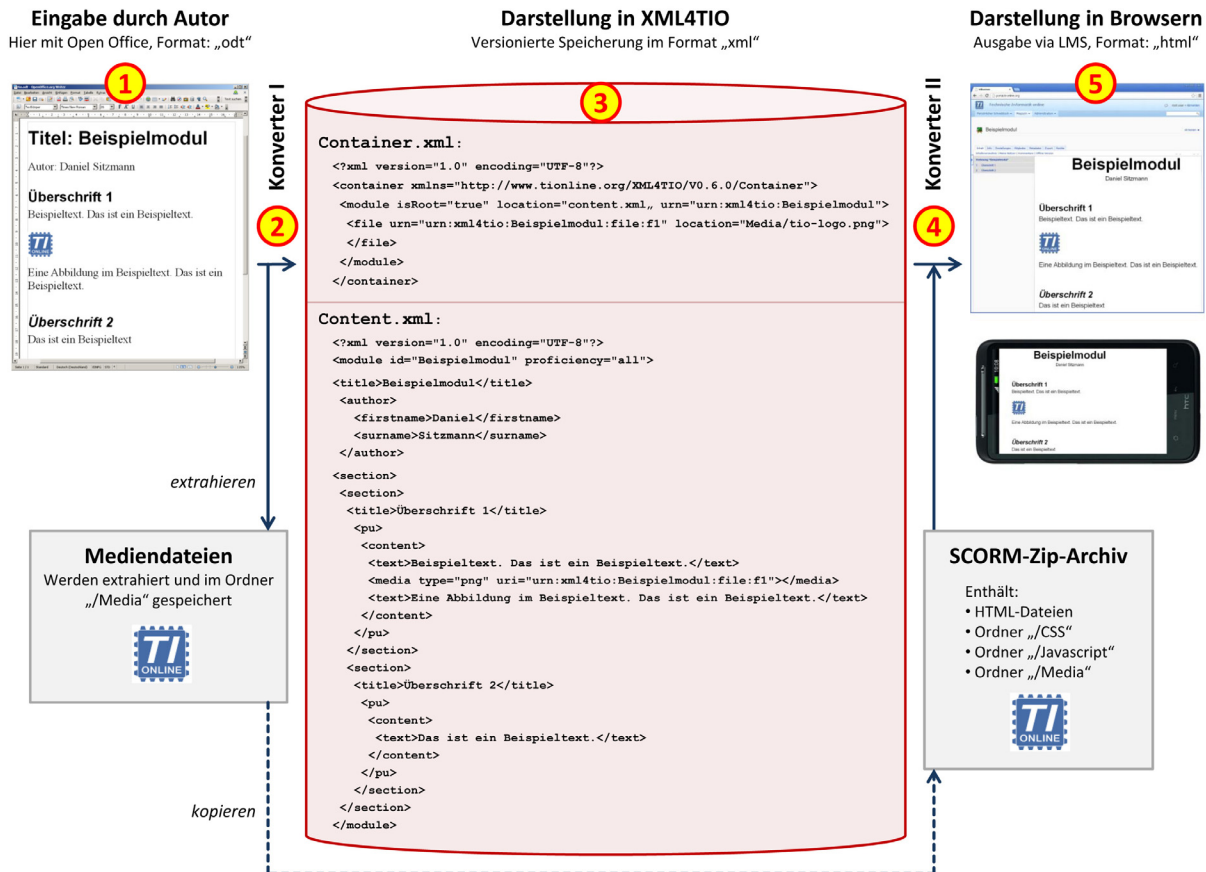


Abbildung 44: Beispiel für die Umwandlung eines Office-Dokuments in XML4TIO und HTML<sup>388</sup>

XML4TIO leistet im Projektkontext gute Arbeit. Gleichwohl sind diverse Erweiterungsmöglichkeiten der Struktur denkbar und für einen regulären Betrieb auch durchaus anzuraten. Beispiele hierfür könnte z.B. die Skalierung des Schwierigkeitsgrads sein oder weitere Verwaltungsinstanzen, welche die einfache Resequenzierung der einzelnen Lernobjekte im Dokument vereinfachen. Dies wurde aber aufgrund des immensen Aufwands im Projekt hinten angestellt.

#### IV.2.4.6. „Studienerlebnis“ mit TIO – LMS “TIO-ILIAS”

Alle in den vorhergehenden Abschnitten gezeigten Softwaremodule von TIO werden ausschließlich durch die Anbieter des E-Learning-Systems genutzt (Autoren, Administratoren und ggf. Unternehmen), um alle notwendigen Aktionen rund um die Erstellung, Aktualisierung oder Verwaltung von Lerninhalten durchzuführen. Sind die Lerninhalte einmal an das LMS übertragen, können Sie von den Studierenden für die Aus- und Weiterbildung genutzt werden. Für Studierende von TIO ist der Einstiegspunkt in das Onlinelernen die TIO-Portalwebseite (vgl. Abbildung 45). Diese bietet im Allgemeinen allerlei Informationen rund

<sup>388</sup> Eigene Darstellung.

um TIO für Studierende und Interessierte, Kontaktinformationen und Angebote für Industrieunternehmen (z.B. Weiterbildungskooperationen). Die Webseite ist mehrsprachig angelegt (derzeit Deutsch und Englisch) und mit dem Content-Management-System (CMS) Typo3 realisiert. Eine optimierte Darstellung für den Zugriff über lokale oder mobile Geräte wird standardmäßig unterstützt.

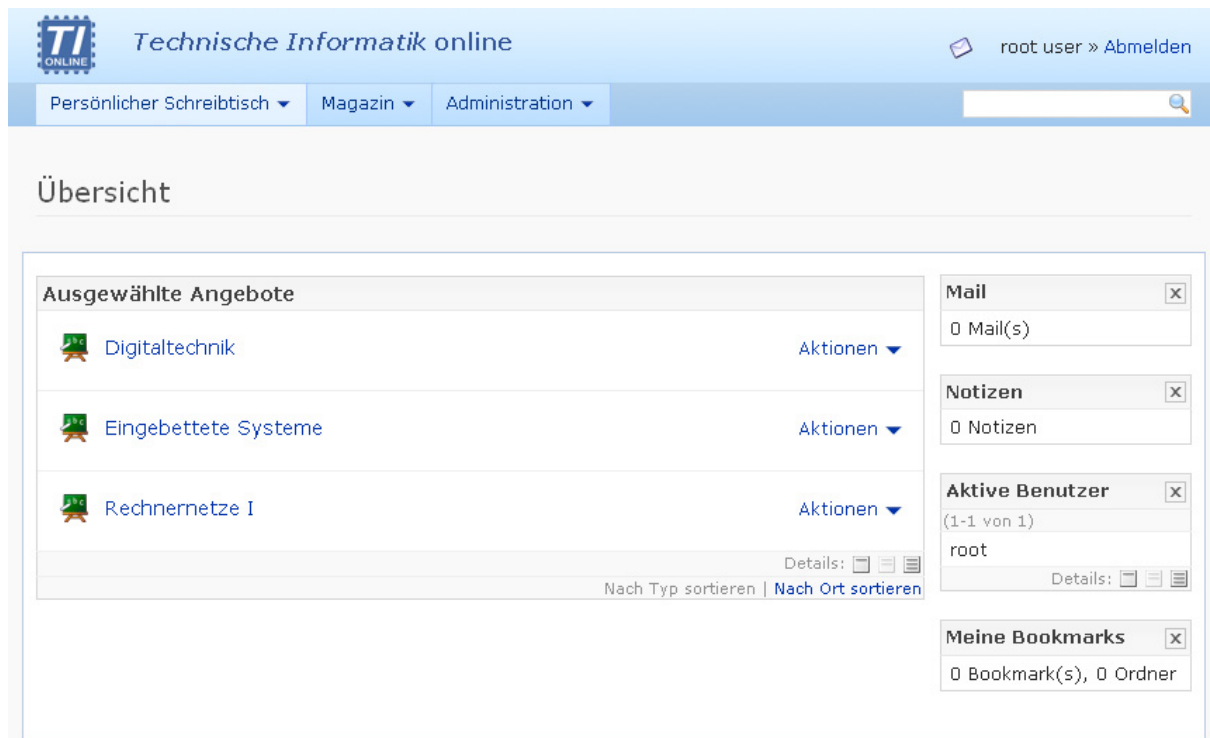


**Abbildung 45: Studierendenportal TIO<sup>389</sup>**

Zudem findet sich dort ein zentrales Login zu den Onlinekursen – einen Zugang zum System erhält z.B., wer sich später im realen Betrieb bei der Verwaltung der durchführenden Universität für eine Aus- oder Weiterbildung „einschreibt“. Nach der Erfassung im E-Learning-System werden für Studierende die entsprechenden Kurse (d.h. Lernunterlagen und andere zugehörige Materialien oder Systeme) freigeschaltet, die ab dann jederzeit benutzt werden können. Die Funktionalitäten zur Verwaltung von Studierenden und Kursen werden von dem LMS ILIAS bereits standardmäßig angeboten. Für die Nutzung des LMS im Rahmen von TIO wurden allerdings einige Ergänzungen in Form von Modulen/Plugins vorgenommen – das so entstandene (angepasste) System trägt den Namen „TIO-ILIAS“.

<sup>389</sup> Eigene Darstellung, Screenshot.

Nach einer Anmeldung über das Login auf der Portalwebseite werden Studierende (unbemerkt<sup>390</sup>) auf ihre Startseite im System TIO-ILIAS weitergeleitet, wo dann bereits die freigeschalteten Kurse sowie weitere Studienrelevante Informationen angezeigt werden, wie z.B. wichtige Termine, Nachrichten, etc. (vgl. Abbildung 46).



**Abbildung 46: Persönliche Startseite für Studierende mit TIO-ILIAS<sup>391</sup>**

Im Vergleich zum Standard LMS ILIAS (Version 4.2.7) wurden die im Folgenden vorgestellten Änderungen in Form von zusätzlichen Modulen/Plugins vorgenommen – der Quellcode des ILIAS-Systems an sich wurde nicht verändert, sodass weiterhin reguläre (Sicherheits-) Updates möglich sind:

- **Inhalte in TIO:** Es wurde ein Modul geschrieben, welches die automatisch generierten Inhalte mit ILIAS verwendbar macht. Dafür wird der bei der Konvertierung erzeugte SCORM-Container in ein (von ILIAS bekanntes) Verzeichnis kopiert und kann von dort aus aufgerufen werden – für Studierende via Link aus ILIAS heraus. Die Inhalte sind sowohl im Browser (online oder offline) oder als PDF anzeigbar. Das erhöht die Flexibilität der Studierenden, da auch weitergelesen/-gelernt werden kann, wenn keine Onlineverbindung mehr besteht.
- **Die Ansicht und Benutzung der Lerninhalte** wurde um verschiedene Features erweitert, die teilweise in Richtung Web 2.0 und Collaborative Learning gehen:

<sup>390</sup> Alle Oberflächen wurden überwiegend aufeinander abgestimmt und dem TIO-„Corporate Design“ angepasst.

<sup>391</sup> Eigene Darstellung, Screenshot.

- **Diskussionen:** Die Diskussion über Lerninhalte mit Kommilitonen soll angeregt werden. Dafür steht ein Forum zur Verfügung, das Kommentare direkt in den Lerninhalten als zusätzliche Informationen anzeigt. Diskussionsforen dienen dabei als Möglichkeit der Dokumentation und Diskussion von Fragen, Ergebnissen, Planungen, etc. im Rahmen der Durchführung von Übungen, Seminaren, Vorlesungen oder Projekten.
- **Benutzerprofile zur Steigerung der Vernetzung:** Studierende können auf Profilseiten eigene Kontaktdaten (externer sozialer Netzwerke oder Kommunikationsdienste) hinterlegen, sodass die synchrone Kommunikation angeregt wird, z.B. durch Chats oder Videotelefonie.
- **Öffentliche Notizen, Fragen oder Anmerkungen:** Diese Notizen werden direkt in den Lernunterlagen kontextsensitiv platziert (wie ein „Post-it“-Klebezettel“ in der Offline-Welt) und werden dann allen Kommilitonen im Kurs angezeigt und automatisch dem Forum als Frage oder Anmerkung hinzugefügt (vgl. III.5.3.2).
- Im Vergleich dazu gibt es **private Notizen:** Lerninhalte können kontextsensitiv mit Notizen ergänzt werden, die einerseits den Lernprozess dokumentieren (E-Portfolio), andererseits aber einfach als Hilfestellungen. Diese werden nur dem Studierenden selbst angezeigt, sind also nicht öffentlich.
- **Feedback:** Einfaches Feedback an Dozenten bzgl. der Lernunterlagen möglich
- **Suche** innerhalb der Lernunterlagen
- **Offline-Version:** Die Lerninhalte können auch ohne Internetverbindung verwendet werden (dann allerdings ohne die meisten Web 2.0-Features); im Browser oder als komplette „Skript-Version“ als PDF-Download
- **MINT-spezifische Inhalte:** Mathematische Formeln werden in der HTML-Darstellung der Lerninhalte mit MathJAX erzeugt, sodass diese skalierbar in Textform vorliegen. Zudem sind webbasierte „E-Learning-Enrichment-Tools“, wie Simulationen und Remote Labs, direkt in die Lerninhalte eingebettet, sodass der Lernkontext nicht verlassen werden muss.
- **Alternative Darstellungen von Lerninhalten:** Abbildungen, Vorlesungsaufzeichnungen und anderweitige externe Quellen sind (sofern vorhanden) direkt in die Lernumgebung integriert und können anstelle der standardmäßigen Skriptfassung parallel verwendet werden.
- **Usability und Adaption:**
  - Änderung von Schriftarten/-Größen, Farbschemata der Lerninhalte, etc.
  - Ein- und ausblendbares Inhaltsverzeichnis bietet eine gute Übersicht über die Lerninhalte und den Gesamtzusammenhang der Lernobjekte.
  - Markieren von Abschnitten, die bereits gelesen/verstanden wurden, als

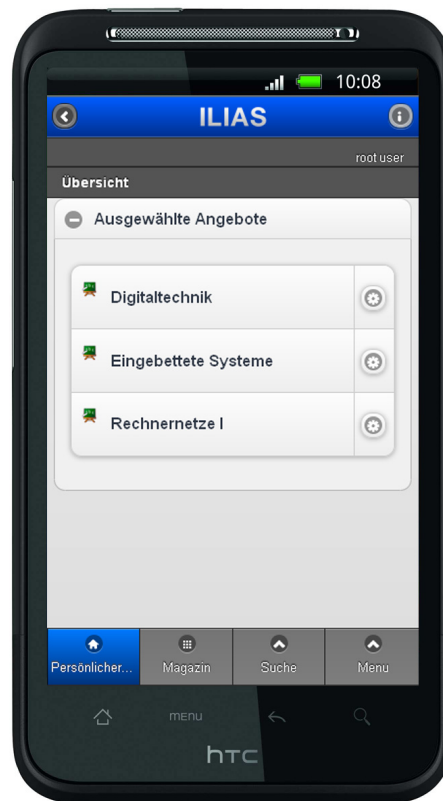
einfache Möglichkeit die Fülle an Lerninhalten einfacher zu erschließen und wie bei Lesezeichen wieder einfach zur richtigen/letzten Stelle zurückführen

The screenshot displays the TIO-ILIAS LMS interface. At the top, the header includes the 'Technische Informatik online' logo, navigation tabs for 'Persönlicher Schreibtisch', 'Magazin', and 'Administration', and a user profile for 'root user' with a login/logout option. Below the header, the 'Magazin' section is active, showing the course 'Eingebettete Systeme' with a status of 'Offline'. A sidebar on the left lists the course content, starting with 'Vorlesung „Eingebettete Systeme“' and '1 Eingebettete Systeme: Überblick'. The main content area shows the 'Startseite' (Start page) of the course, featuring a central graphic with the text 'Eingebettete Systeme sind Elementarer Bestandteil des täglichen Lebens' surrounded by various electronic and mechanical components. Below the graphic, it is noted that the full course requires approximately xxx hours.

Abbildung 47: Darstellung der Lerninhalte beim „Online-Lernen“ im LMS TIO-ILIAS<sup>392</sup>

- **Anpassen eines Moduls zur Verwendung von ILIAS mit Mobilgeräten:** Die Lerninhalte sind für alle Displaygrößen angepasst, bzw. optimiert, und können somit auf allen geforderten (mobilen) Geräten ausgegeben werden (vgl. Abbildung 48).

<sup>392</sup> Eigene Darstellung, Screenshot.



**Abbildung 48 : Standardmäßige Ausgabe der TIO-Inhalte auf mobilen Endgeräten<sup>393</sup>**

- **E-Portfolio:** Einsatz eines E-Portfolios zur Dokumentation des Lernprozesses und zur Generierung von Lebensläufen/Erfolgs-/Ergebnislisten oder Zeugnissen

Die selbstentwickelten, bzw. angepassten Features, wurden, sofern sie als ILIAS-Module entwickelt wurden, in PHP >5 realisiert. Ansonsten sind alle Webseiten von TIO, also Informationsseiten, Portale und das ILIAS-Lernsystem, grundsätzlich mehrsprachig angelegt, derzeit auf Deutsch und Englisch. Viele Lerninhalte liegen zusätzlich zur deutschen Version auch in englischer Sprache vor.

#### **IV.3. Beispiele für realisierte E-Learning-Enrichment-Tools**

In den vorangegangenen Abschnitten wurden sowohl innovative Lernszenarien (vgl. III.5), als auch „E-Learning-Enrichment-Tools“ (vgl. III.8) allgemein vorgestellt und diskutiert. Einige der dort entwickelten Strategien wurden im Rahmen der softwaretechnischen Entwicklung für das VHN-TIO-Projekt umgesetzt und sind in den folgenden Abschnitten dokumentiert. Dazu zählen insbesondere die Webanwendungen zur Simulation von mathematischen Modellen und anderen komplexen Inhalten (z.B. in Form von Lernspielen oder virtuellen Laboren), Programmvalidatoren und die Umsetzung eines Remote Labs. Zudem wurden zahlreiche

<sup>393</sup> Eigene Darstellung.



alternative Darstellungen in Form von Abbildungen und Vorlesungsaufzeichnungen realisiert. Einige der so entstandenen Tools werden seitdem erfolgreich zur Unterstützung der Präsenzlehre an der Universität Hamburg und der Technischen Universität Clausthal eingesetzt. Dies eröffnete die Möglichkeit für Teilstestbetriebe und eine Evaluation der Ergebnisse mit Studierenden.

Innerhalb des Projektverbunds sind diese Entwicklungen initiativ von der Universität Hamburg ausgegangen und wurden in den Grundzügen von mir konzipiert. Somit sind die Konzepte der jeweiligen Werkzeuge überwiegend als Ergebnis dieser Arbeit anzusehen, Gleiches gilt für große Teile der Entwicklung der übergreifenden Softwarelösung an sich. Die detaillierte softwaretechnische Ausgestaltung der E-Learning-Enrichment-Tools wurde durch eine Vielzahl von Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten sowie die engagierte Mitarbeit studentischer Hilfskräfte im Arbeitsbereich Technische Informatiksysteme der Universität Hamburg ermöglicht. Der tatkräftigen Mitarbeit dieser ist es zu verdanken, dass diese Softwarewerkzeuge fertiggestellt werden konnten – die entsprechenden (Mit-) Entwickler sind in der Beschreibung der Softwarewerkzeuge einzeln vermerkt.<sup>394</sup>

#### **IV.3.1. Vorlesungsaufzeichnungen zur Flexibilisierung des Studiums**

Zur Aufwertung des E-Learning-Erlebnisses und zur Verbesserung der allgemeinen Verständlichkeit der theoretischen und manchmal komplexen Inhalte der Technischen Informatik wurden innerhalb des TIO-Projekts verschiedene „alternative Darstellungen“ von Inhalten konzipiert (vgl. III.7.7.4). Einen wichtigen Teil davon bilden die Vorlesungsaufzeichnungen: Einerseits bieten diese den Lernern eine verbale Erklärung des Lehrstoffs und andererseits sind sie ein ideales Mittel, um die Vorteile des Präsenzunterrichts (z.B. einer Vorlesung) mit der Flexibilisierung durch Digitalisierung zu verbinden. In TIO stehen Vorlesungsaufzeichnungen für einen Großteil der Lernmodule in deutscher und teilweise englischer Sprache zur Verfügung, gleichermaßen optimiert für lokale und mobile Geräte.<sup>395</sup> Im Konkreten wurden die Vorlesungen in Eigenregie mit hochwertigen Digitalkameras und Mikrofonen aufgezeichnet und das so entstehende Material dann mittels der Software Lecturnity mit den Vorlesungsfolien synchronisiert (vgl. Abbildung 49). Allerdings entsprechen die so entstandenen Medien nicht immer professionellen Ansprüchen.

---

<sup>394</sup> Eine Übersicht der Softwaremodule und der beteiligten Entwickler zeigt die Tabelle 23 in Abschnitt IV.2.4.

<sup>395</sup> In einigen Sonderfällen basieren die Videoplayer auf dem Flash-Plugin und sind somit mit auf iOS basierenden Geräten nicht verwendbar (iPhone, iPad, iPod)

## Lokale Abspielgeräte

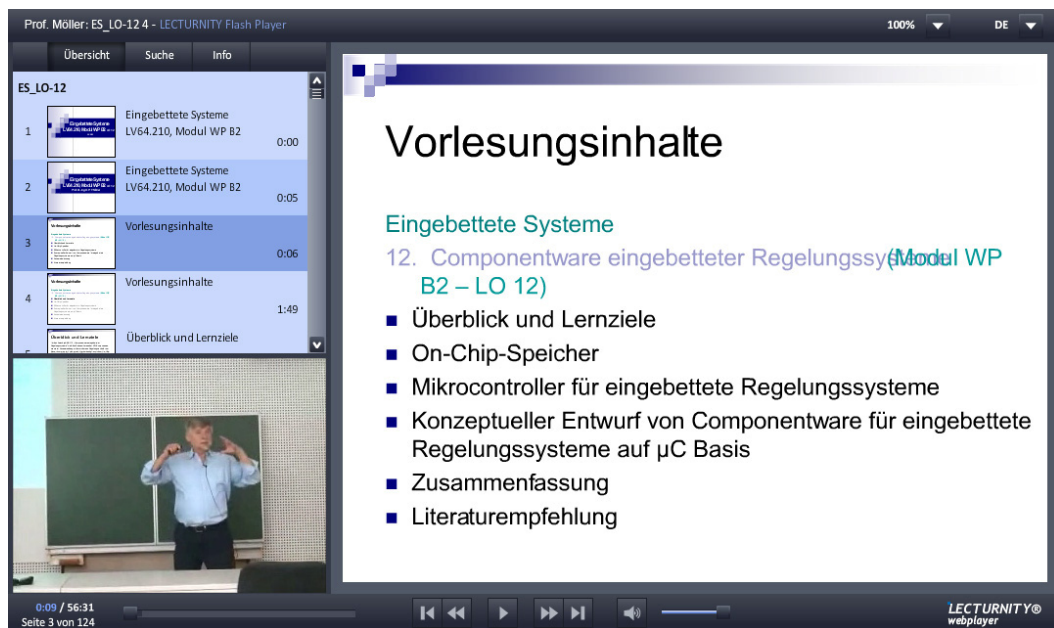


Abbildung 49: Digitale Vorlesungen – Video/Audio, Gliederung & Präsentation synchronisiert<sup>396</sup>

Die Darstellung der Vorlesungsaufzeichnungen wird derzeit im Vergleich zur Empfehlung durch einen Flashplayer realisiert. Dies soll zukünftig geändert werden, damit die lokale Darstellung einerseits auch auf iOS-Geräten funktioniert und das TIO-System andererseits wieder unabhängig von der Installation von Browserplugins ist.

## Mobile Abspielgeräte

Die Darstellung für mobile Geräte ist ohne den Einsatz von Flash-Plugins realisiert. Die für diese Geräte aufbereiteten Inhalte bestehen dabei aus einem stark komprimierten Video, das die Vorlesungsfolien enthält und einer Tonspur mit dem Vorlesungstext. Die Videos liegen derzeit in den Formaten „mp4“ und „ogg“ vor, sodass in der Regel ein ausreichender Querschnitt von Betriebssystemen, Geräten und Browsern erreicht wird (vgl. III.7.7.3).

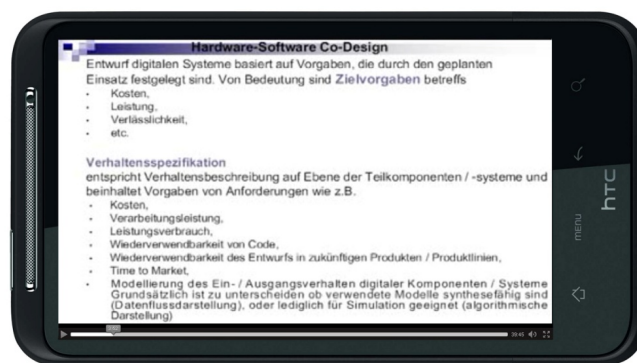


Abbildung 50: Darstellung von Lerninhalten auf einem Smartphone<sup>397</sup>

<sup>396</sup> Eigene Darstellung, Screenshot TIO.

Die Darstellung des Players wird dabei durch ein HTML5-Template übernommen (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), welches das aufgerufene Video – das entsprechende für den jeweils aufrufenden Browser (Browserkennung) – im <video>-Tag darstellt. Für MP3-Player ist lediglich die Auslieferung der Tonspur im MP3-Format geplant.

### IV.3.2. Simulatoren

Durch den innovativen Einsatz von Simulationen in Lernmaterialien zur Visualisierung von mathematischen Modellen kann die Aus- und Weiterbildung im komplexen und theoretischen Umfeld des MINT-Bereichs unterstützt werden (vgl. III.7.7.9). Die folgenden konkreten Umsetzungen von Simulatoren verdeutlichen diese Vorteile und zeigen dabei Thematiken der Technischen Informatik auf. Prinzipiell könnten die beiden vorgestellten Simulationen auch als Basis eines „virtuellen Labors“ dienen.<sup>398</sup> Hierzu wäre grundsätzlich nur noch eine Anreicherung um weitere Versuche und Themen oder eine Kombination beider in einer „Labor-Anwendung“ notwendig.

#### IV.3.2.1. Beispiel Endlicher Automat – „AutoSim“

Im Bereich der Informatik sind „endliche Automaten“<sup>399</sup> (Zustandsautomaten) ein wichtiges Mittel, um das Verhalten von Systemen anhand eines Modells, das auf unterschiedlichen Zuständen und einer Menge von Zustandsübergängen besteht, zu beschreiben. Triviales Beispiel hierfür könnte z.B. die Beschreibung eines einfachen Lichtschalters sein, der die Zustände „Licht eingeschaltet“ oder „Licht ausgeschaltet“ und die Zustandsübergänge „einschalten“ und „ausschalten“ hat – im Rahmen der Beschreibung durch den endlichen Automaten gibt es dabei sowohl eine mathematische Darstellung in Form von Formeln, aber auch eine graphische Darstellung. Da die mit Automaten beschreibbaren Systeme in der Regel natürlich deutlich komplexer sind, hilft dieser Simulator als Unterstützung der Aus- und Weiterbildung in der Technischen Informatik beim Verstehen und Anwenden der Konzepte von „Endlichen Automaten“. Programmiertechnisch wurde der Simulator „AutoSim“ (vgl. Abbildung 51) von Paul Bienkowski realisiert.

Der Betrieb dieses Simulators gliedert sich in zwei Modi: Einen *angeleiteten Lernmodus* und einen *freien Experimentalmodus*. Dabei dient der Lernmodus der Instruktion und bietet eine strukturierte Einführung in das Thema „endliche Automaten“. Die Präsentation von Lerninhalten zur Erklärung (linke Fensterhälfte der Abbildung) findet hierbei im Wechsel zu kleinen praktischen Aufgaben statt, bei denen die soeben vorgestellten Prinzipien in Form konkreter

---

<sup>397</sup> Eigene Darstellung.

<sup>398</sup> Vgl. Sitzmann, Möller 2014

<sup>399</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Endlicher\\_Automat](http://de.wikipedia.org/wiki/Endlicher_Automat), 04.04.2013

Automaten „nachgebaut“ werden müssen. Für den Aufbau dieser Automaten steht ein interaktiver graphischer Editor zu Verfügung (rechte Fensterhälfte der Abbildung), der Funktionen wie Drag-and-Drop und andere selbstverständlich unterstützt. Bei diesem Betriebsmodus sind das Verstehen der Grundzüge von endlichen Automaten und das Einüben der Benutzung des Simulators gleichermaßen wichtige Lernziele.

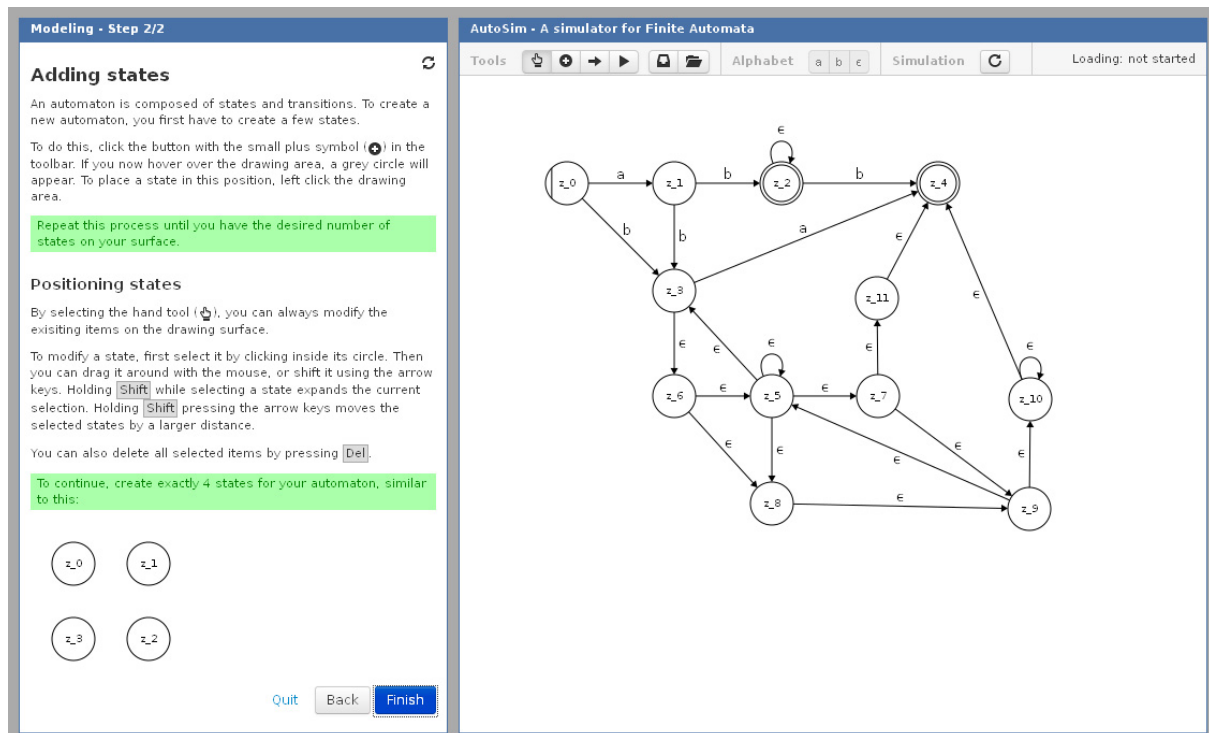


Abbildung 51: Ansicht des Simulators „AutoSim“ für endliche Automaten<sup>400</sup>

Der freie Experimentalmodus hingegen lädt zum eigenständigen „Probieren“ und „Experimentieren“ ein. D.h. hier können – ggf. auch anhand von konkreten Aufgaben, falls dies das Curriculum vorsieht – selbständig endliche Automaten „gebaut“ und anschließend simuliert werden. Die Simulation erfolgt dabei schrittweise graphisch, sodass sämtliche Zustandswechsel (von Start- zu Endzustand) im selbst entworfenen und graphisch vorliegenden Automaten animiert werden (dies ist natürlich auch im Lernmodus möglich). Zeitgleich wird aber auch die „mathematische Darstellung“ in Form entsprechender Symbolsysteme angezeigt. Die Kombination beider Modi stellt sicher, dass Studierende einerseits die relevanten theoretischen Grundlagen sowie die Bedienung des Simulators (angeleitet) gelernt haben und andererseits die Chance zum eigenständigen Experimentieren und dem Testen eigener Hypothesen besteht. Für die Verwendung im Blended E-Learning wurde zudem die Möglichkeit geschaffen, unterschiedliche Automaten lokal zu speichern und jederzeit wieder zu laden, sodass einmal investierte Zeit in die Erstellung spezieller Automaten nicht verloren geht.

<sup>400</sup> Eigene Darstellung, Screenshot.

Die Software basiert auf den Technologien HTML, CSS und Javascript und wurde zweisprachig konzipiert (Deutsch/Englisch). Derzeit liegt sie als früher Prototyp vor und soll noch an diversen Stellen ergänzt, bzw. umgestellt, werden. Für die Prüfung der Richtigkeit von Automaten sollen zukünftig beispielsweise externe Algorithmen verwendet, die eine Verifikation verschiedenster Typen von Automaten ermöglichen. Zudem sind weitere Features geplant, die in Richtung sozialer Software gehen und vor allem eine Benutzersteuerung integrieren, sodass Automaten auch im eigenen Profil (oder E-Portfolio) gespeichert werden können und so prinzipiell auch von Dozenten bewertbare Übungen über dieses Tool angeboten werden können – dabei speichern Studierende ihre Lösungen speziell ab und der Dozent kann diese innerhalb des LMS bewerten. Dazu ist der Simulator (derzeit „Stand-alone“) allerdings noch stärker in das LMS zu integrieren. Ebenso ist eine für Mobilgeräte optimierte Variante des Werkzeugs in Planung.

#### **IV.3.2.2. Simulation von Tankregelungssystemen**

Das im Folgenden vorgestellte Tankregelungsexperiment könnte so prinzipiell auch in einem realen Labor stattfinden. Im Vergleich dazu (also zu einem richtigen Labor oder Remote Lab) wird es hier aber komplett simuliert und in Form einer Webanwendung dargestellt. Im Rahmen der Lehre des Fachs „Eingebettete Systeme“ werden Tankregelungssysteme zur Verdeutlichung von Regelprozessen verwendet, in dem die Einstellung der Regler (z.B. für Ab-, Zu-, oder Durchfluss) bereits in Form der Veränderung einer Flüssigkeit visualisiert werden, anstatt nur die Änderung mathematischer Werte in einer Wertetabelle zu beobachten. Dieses Konzept wurde im Rahmen dieser Websimulation weitergeführt. Programmiertechnisch wurde die Entwicklung des Tankregelungssimulators (vgl. Abbildung 52) von Dennis Gries, Henrik Losch, Birthe Stubbe und Min U Kim unterstützt.

Abbildung 52 zeigt die Oberfläche des Tankregelungssimulators, der so konzipiert ist, dass er einerseits den Lernprozess der Studierenden anhand von Szenarien (hier Übungsaufgaben) zunächst anleitet, um „zielloses Herumklicken“ zu vermeiden (vgl. III.7.7.9). Je weiter die aufeinander aufbauenden Übungsaufgaben bearbeitet wurden, umso komplexer und schwieriger werden die an den Lerner gestellten Anforderungen, ebenso freier allerdings auch die Bedienmöglichkeiten (z.B. mehr Tanks oder Einstellungen bezogen auf Eingabegrößen und Konstanten). Im Vergleich zum obigen Beispiel der Automatensimulation gibt es hier nur einen aufgabenbasierten Lernmodus mit vielen Freiheitsgraden; aber keinen Experimentalmodus. Andererseits ist die Visualisierung des Simulators so angelegt, dass die Zusammenhänge zwischen mathematischem Modell und durchgeführten Veränderungen unmittelbar ersichtlich werden – z.B. durch farbliche Hinterlegung der Formeldarstellung bei der Änderung von Konstanten/Regelwerten und natürlich durch simultane, animierte Anpassung des

simulierten Flüssigkeitsflusses in den Leitungen und Tanks. Denn nur so kann sichergestellt werden, dass während der Benutzung ein realer Zusammenhang zwischen diesen Einzellementen erkannt (oder zumindest erkennbar) wird. Zur weiteren Anleitung und Unterstützung der Nutzer ist die Oberfläche mit verschiedenen Hilfsfunktionen ausgestattet, wie z.B. einer Online-Bedienungsanleitung, Tooltips und weiteren Hinweistexten, die bei durchgeführten Aktionen erscheinen (basierend auf der Vorlage in Abbildung 31, vgl. III.7.7.9).

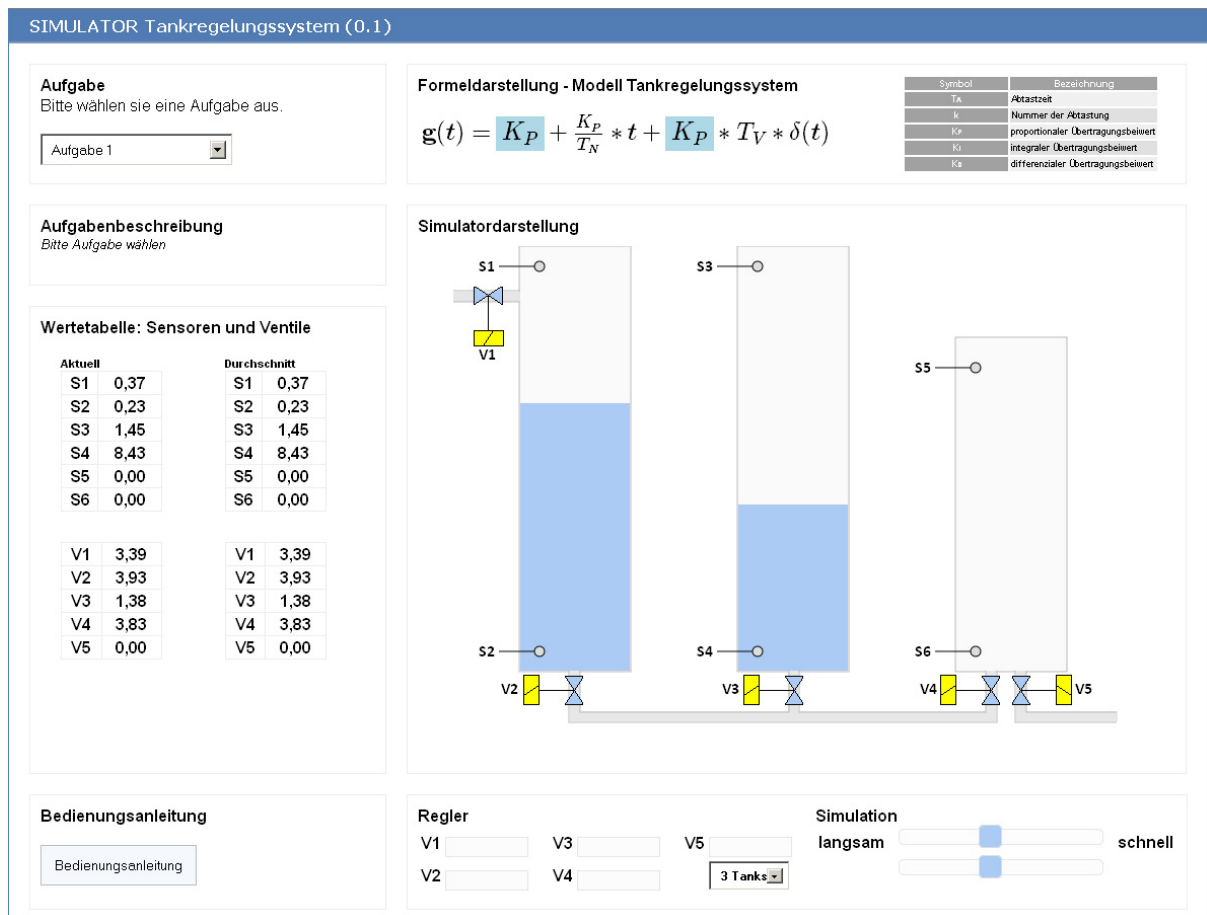


Abbildung 52: Simulation eines Tankregelungssystems<sup>401</sup>

Die Software basiert auf den Technologien HTML, CSS und Javascript und wurde zweisprachig konzipiert (Deutsch/Englisch). Für die Tankregelungssimulation liegt auch eine für mobile Geräte optimierte Layoutvariante vor. Derzeit ist der Simulator für die Nutzung durch einzelne Personen konzipiert, eine Vernetzung mit anderen Lernern findet innerhalb dieser Software nicht statt. Ebenso läuft diese Version komplett clientbasiert, d.h. es ist keine Verbindung zu einem Server notwendig (derzeit aber auch nicht möglich).

<sup>401</sup> Eigene Darstellung, Prototyp „Simulation eines Tankregelungssystems“

### IV.3.3. Lernspiel-Simulation für PID-Regler – das „PID-UFO“

Gut umgesetzte Lernspiele können viele auflockernde und positive Effekte für die Lehre – gerade im MINT-Bereich – bieten (vgl. III.7.7.8). Im Rahmen der Aus- und Weiterbildung mit TIO soll durch eine Lernspiel-Simulation das Verständnis des theoretischen Konzepts der PID-Regelung<sup>402</sup> (aus der Lehre des Fachs „Eingebettete Systeme“) vereinfacht werden. Dazu wurde die webbasierte Software „PID-Ufo“ entwickelt (vgl. Abbildung 53), die es ermöglicht, zunächst das theoretische Konzept hinter der PID-Regelung „spielerisch“ aber angeleitet kennenzulernen, um es danach in einer Spielsituation anzuwenden. Programmiertechnisch wurde das Lernspiel „PID-Ufo“ von Fabian Mügge realisiert.

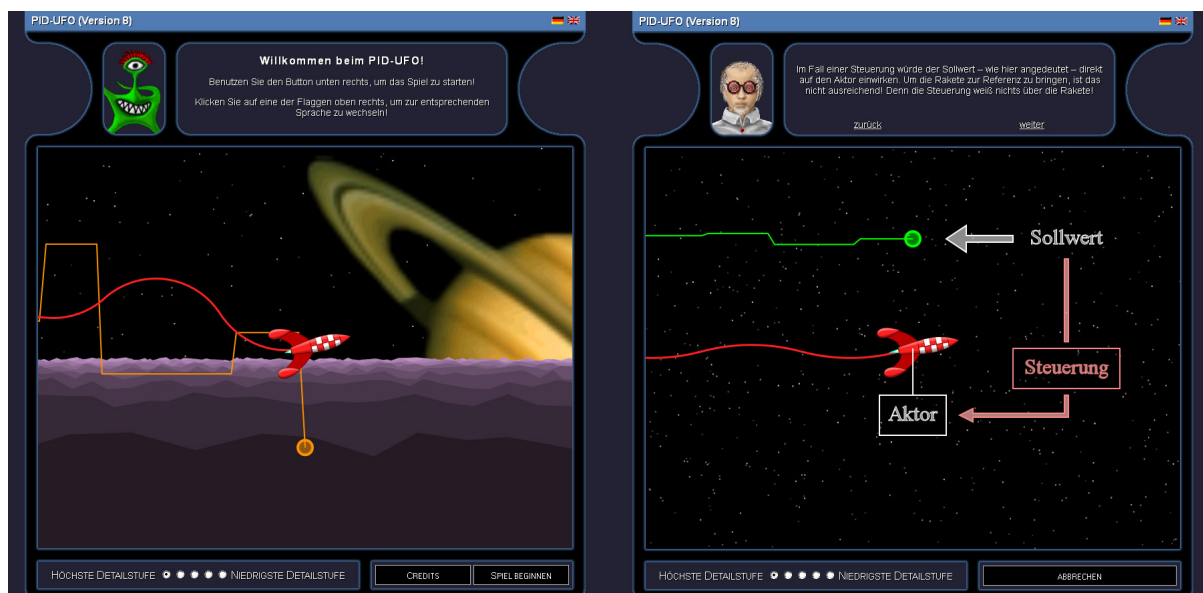


Abbildung 53: Spielsituationen in „PID-Ufo“ – „PID-geregelter“ Flug an der Referenzlinie<sup>403</sup>

Die Spielidee ist dabei recht trivial: Ein Raumschiff soll möglichst effizient gesteuert werden. Dazu stehen sowohl der „manuelle“ Flugbetrieb (d.h. die Steuerung des Flugobjekts mit der Tastatur), als auch ein „Autopilot“ bereit. Allerdings ist der Autopilot zunächst nicht richtig justiert; dies kann jedoch anhand eines PID-Reglers nachgeholt werden. Im „missionsbasierten“ Spielaufbau, der den Lerner anhand eines didaktischen „roten Fadens“ durch das Spiel führt, wird dieser zunächst mit der Steuerung des Raumschiffs und den einzelnen Komponenten des Reglers/Autopiloten vertraut gemacht – dies geschieht in Form von Animationen und Texterklärungen, die aber immer wieder durch die Möglichkeit, selbst Einstellungen vornehmen zu können, unterbrochen werden. Dabei wurde aus didaktischer Sicht darauf verzichtet, zunächst alles Notwendige zu erklären und dann den Lerner mit diesem Wissen „seinem Schicksal zu überlassen“. Vielmehr ist die Vermischung von „Instruktion“ und „Aktion“ im Spielfluss gewollt und hilft, ein Absinken des Motivationslevels zu vermeiden. Zudem wird in

<sup>402</sup> <http://www.rn-wissen.de/index.php/Regelungstechnik>, abgerufen am 05.04.2013

<sup>403</sup> Eigene Darstellung. <http://tools.ti-online.org/vhdl-validator>, abgerufen am 04.04.2013

Form einer Rahmenhandlung ein Spannungsbogen über alle einzelnen der elf Levels gelegt, der in einer Herausforderung am Schluss gipfelt. In diesem Abschlusslevel agiert der Lerner einerseits gegen den Computergegner und andererseits in einer imaginären Konkurrenzsituation mit den Kommilitonen, da hier der Ansporn besteht, ein möglichst hohes Punkteergebnis zu erzielen. Bessere Ergebnisse erreicht hier, wer die Einstellung der Regler optimal vornimmt. Dies wird natürlich demjenigen Spieler am besten gelingen, der das Konzept der PID-Regelung am besten verstanden hat. In einer späteren Version kann eine Multiplayer-Variante zum direkten Vergleich genutzt oder in Form einer durch Web 2.0-Techniken verbreitete Highscore-Liste die Motivation in der Spielsituation gesteigert werden. In der vorliegenden Version ist das Spiel komplett zweisprachig angelegt (Deutsch/Englisch) und komplett mit HTML5, CSS, und Javascript realisiert, sämtliche Graphiken und Animationen werden auf das `<canvas>`-Element gezeichnet und durch Javascript „zum Leben erweckt“. Das Spiel ist eine reine Clientanwendung die keine Verbindung zu einem Server aufbaut, d.h. es kann (nach einer einmaligen Übertragung auf das Gerät) prinzipiell auch von mobilen Geräten ohne Internetverbindung genutzt werden.

#### **IV.3.4. Programmier-Validator für VHDL**

Im Abschnitt III.7.7.12 wurde bereits in das Grundkonzept von Programmiervalidatoren eingeführt. Für die Aus- und Weiterbildung in der Technischen Informatik ist VHDL<sup>404</sup> eine relevante Hardwarebeschreibungssprache (vergleichbar mit einer Programmiersprache), die eine textbasierte Beschreibung (insbesondere logischer Zusammenhänge) digitaler Systeme zulässt. Im Rahmen der Lehre des Fachs „Eingebettete Systeme“ der Universität Hamburg wird sowohl theoretisch, als auch praktisch in VHDL eingeführt – zur Flexibilisierung und Erweiterung der Präsenzübungen zum Thema VHDL bietet sich also ein entsprechender Programmiervalidator an. Programmiertechnisch wurde der VHDL-Validator (vgl. Abbildung 54) größtenteils von Fabian Mügge realisiert.

Das Prinzip dieser Software ist trivial: Es werden VHDL-Quellcodes auf Richtigkeit geprüft, die als konkrete Lösungsvorschläge (bezogen auf Übungsaufgaben) von Studierenden eingegeben wurden. Der vorliegende Validator erkennt dabei eine Untermenge der Sprache VHDL'93, wobei alle Schlüsselworte erkannt, aber nicht alle Grammatikregeln verwendet werden. Die verwendeten Sprachkonstrukte wurden morphologisch leicht vereinfacht. Die Oberfläche ist einfach gestaltet und ermöglicht eine intuitive Bedienung. Zu Beginn wählt der Lerner eine Aufgabe aus (oben links in der Abbildung) und erhält darunter sofort eine detaillierte Beschreibung der Aufgabe und Anforderungen an die Lösung (z.B. welche

---

<sup>404</sup> <http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/research/vlsi/vhdl/>, abgerufen am 04.04.2013



Sprachkonstrukte verwendet werden sollen oder dürfen). Danach kann der VHDL-Quellcode entweder im Eingabefenster notiert oder als Textdatei hochgeladen werden.

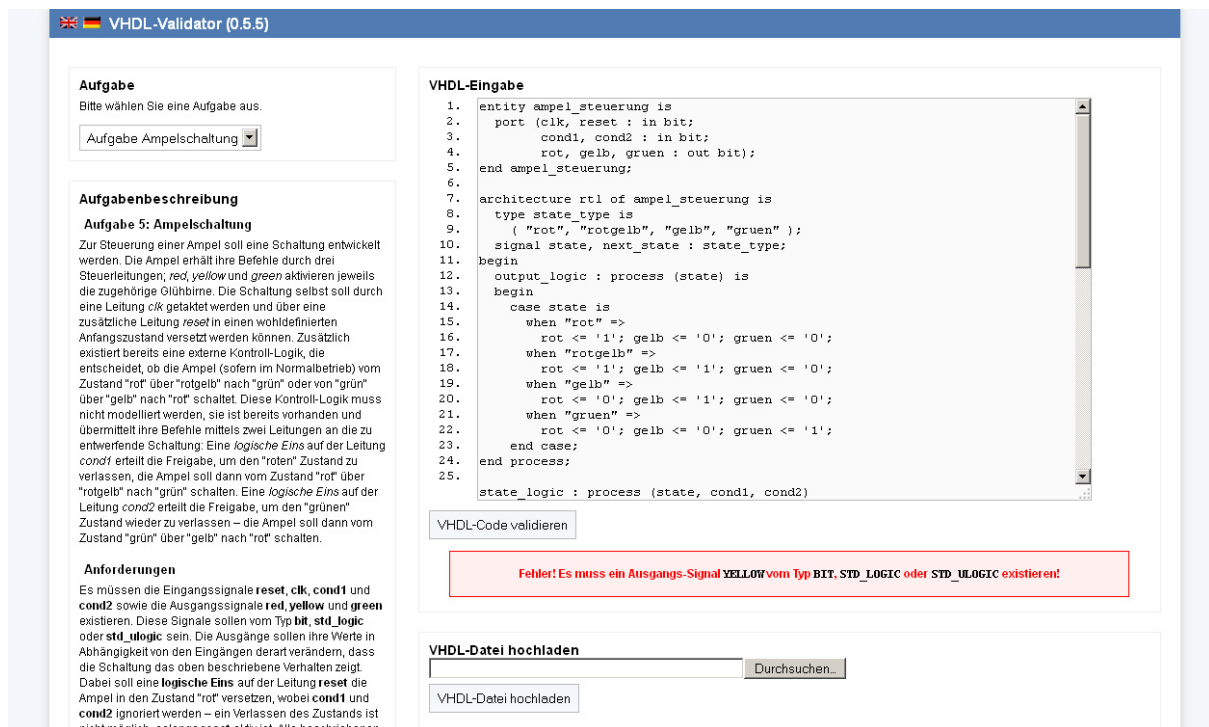


Abbildung 54: „VHDL-Validator“ – Quellcode- bzw. Programmiervalidator

Mit dem Klick auf den Button „VHDL-Code validieren“ wird die Überprüfung der eingegebenen Lösung gestartet. Dies geschieht in drei Stufen:

- **„Syntaxanalyse“:** Es wird auf Abwesenheit illegaler Zeichen und auf grammatikalische Regelkonformität geprüft.
- **Primäre Semantikanalyse:** Es wird überprüft, ob die während der Syntaxanalyse aufgefundenen Konstrukte im Rahmen ihrer jeweiligen Lokalität eine gewisse Minimalbedeutung beinhalten und zudem hinreichend eindeutig sind. Insbesondere wird überprüft, ob verwendete Bezeichner einer – zum Zeitpunkt der Überprüfung – bekannten Deklaration entsprechen und ob aufgefundene Literale eindeutig einem Datentyp zuzuordnen sind.
- **Sekundäre Semantikanalyse (Validation):** Zuletzt wird überprüft, ob der eingegebene Code auch ein spezielles, gewünschtes Verhalten erzeugt, sofern er interpretiert wird. Der Benutzer muss zu diesem Zweck eine der vom Validator angebotenen Aufgabenstellungen ausgewählt haben, damit der Validator erkennen kann, auf welches Verhalten getestet werden soll. Die dazu nötige Simulation des Verhaltens erfolgt derart, dass sie dem im Dokument IEEE 1076 geschilderten VHDL-Simulationszyklus möglichst entspricht.<sup>405</sup>

<sup>405</sup> Mügge 2012, S. 1

Als Ergebnis dieser dreistufigen Prüfung erhält der Lerner eine Rückmeldung des Systems: Entweder ist die Eingabe korrekt oder es werden entsprechende Fehlermeldungen und Korrekturhinweise angezeigt. Auf dieser Grundlage kann die eigene Lösung so lange angepasst werden, bis diese richtig ist. Unterstützt wird der Benutzer neben den Fehlermeldungen und Hinweistexten sowie der detaillierten Aufgabenstellung (die auch Abbildungen von logischen Schaltplänen enthalten kann), auch von einer ausführlichen Anleitung, bzw. Beschreibung, der Möglichkeiten mit VHDL, die einem gängigen Handbuch gleicht.

Im Rahmen der Präsenzlehre der Universität Hamburg wurde der VHDL-Validator zur Unterstützung des Übungsbetriebs im Fach „Eingebettete Systeme“ im Jahr 2012 erfolgreich eingesetzt – dabei nutzten das Softwarewerkzeug ca. 50 Studierende. Eine Evaluation, die in Form von Online-Befragungen<sup>406</sup> durchgeführt wurde, ergab damals, dass der überwiegende Anteil der Studierenden (rund 90%) die Software durchweg als eine positive Erweiterung zur Präsenzlehre empfand. Obwohl die Oberfläche und die einfache Bedienung gelobt wurden, war die Güte der Fehlermeldungen ein großer Kritikpunkt, da diese Alleinlernern kaum einen umfassenden Eindruck über notwendige Veränderungen am VHDL-Code geben konnten („kryptische Fehlermeldungen“). Diese Rückmeldung und weiteres Feedback wurde aufgenommen und war Grundlage der Weiterentwicklung der Validatorsoftware. Im Rahmen der Blended E-Learning-Umgebung für TIO hat der VHDL-Validator seinen festen Platz.

Technisch betrachtet basiert die Software auf Java, HTML, CSS und Javascript und wurde zweisprachig konzipiert und umgesetzt (Deutsch/Englisch). Die Software läuft serverbasiert als Java-Programm (JSP<sup>407</sup>), das anhand eines Apache/Tomcat-Webserver ausgeliefert wird.

#### **IV.3.5.Remote Lab – Hardwareprogrammierung über Remote Access**

Als eine „Realitätserweiterung“ virtueller Labore wurden „Remote Labs“ vorgestellt (vgl. III.7.7.10 und III.7.7.11). Im Rahmen der TIO-Software wird dieses Konzept für einen konkreten Anwendungsfall der Ausbildung in der Technischen Informatik umgesetzt. Der Umsetzung liegt folgendes Szenario zu Grunde: Im späteren Berufsalltag werden Ingenieure für technische Informatiksysteme Programme und/oder Algorithmen entwickeln, die in Hardware (-Chips, Geräte und Bauteile) einprogrammiert, bzw. direkt eingebrannt, werden (z.B. für Echtzeitsysteme im Luftfahrt- oder Automobilsektor). Entsprechende „Programmer“ (= Hardwaregeräte, die entsprechende Chips brennen können) sind aber sehr speziell und daher eher nur in elektrotechnischen Ausbildungslaboren zu finden. Um auch hier die Flexibilität

---

<sup>406</sup> Beispiel der Online-Umfrage: <http://umfrage.ti-online.org/index.php?sid=22863>, abgerufen am 14.07.2012

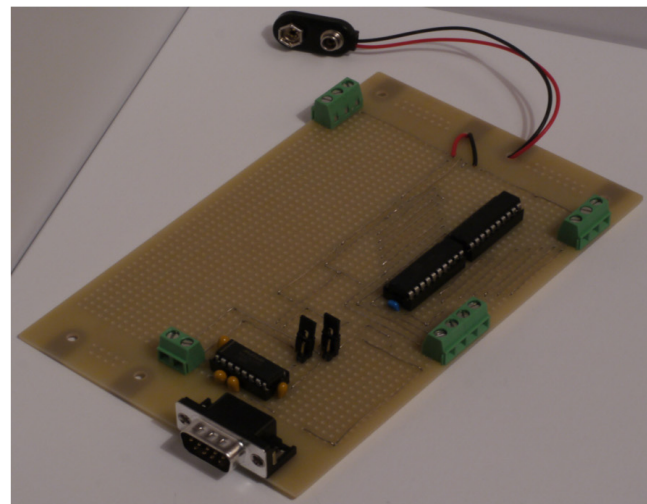
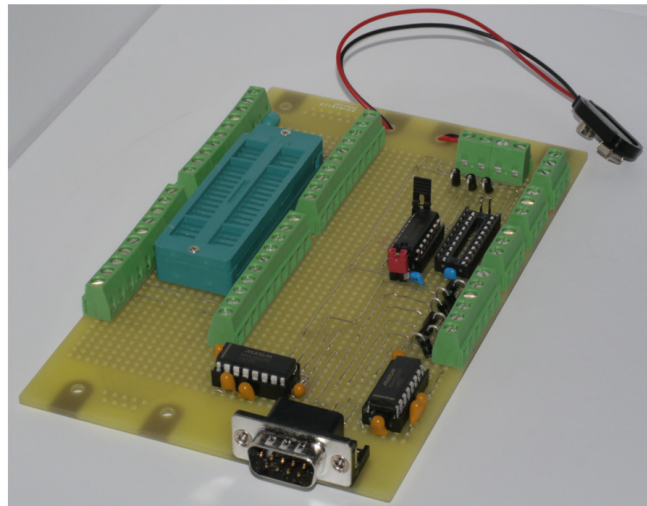
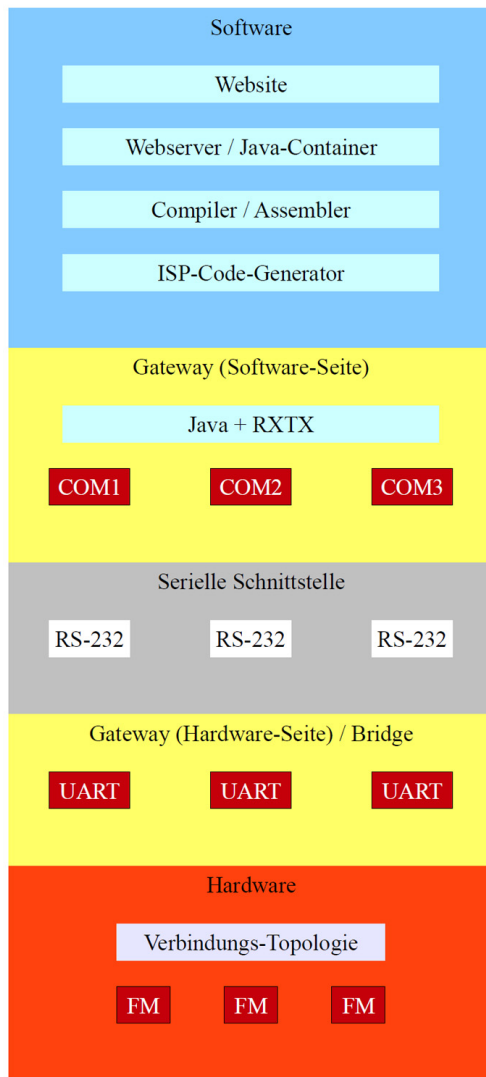
<sup>407</sup> JavaServer Pages, [http://openbook.galileocomputing.de/javainsel9/javainsel\\_23\\_001.htm#mje8508fea086f971f6f74883b646bea6f](http://openbook.galileocomputing.de/javainsel9/javainsel_23_001.htm#mje8508fea086f971f6f74883b646bea6f), abgerufen am 13.07.2012

der Lerner durch die digitale Repräsentation der Lerninhalte erhöhen, gleichermaßen aber auch eine Brücke zum Präsenzunterricht und der späteren realen Anwendung schlagen zu können, sollen derartige Funktionalitäten in Form eines Remote Labs umgesetzt werden. Anhand dessen könnten spezielle Entwicklungsaufgaben nicht nur ortsunabhängig vorbereitet oder gelöst, sondern anschließend auch auf realen Geräten getestet werden – in Form eines Zugriffs auf lokale Ressourcen im Labor. Im Präsenzteil der Aus- oder Weiterbildung können die so entstandenen Chips, Hardwarebauteile und sämtliche dafür schon entwickelte Software (oder Algorithmen) eins zu eins weiterverwendet werden: Denn die „virtuelle Übung“ und „die Realität“ fanden mit den selben Geräten und Anlagen statt; liegen im Labor physisch vor.<sup>408</sup> Im hier konkret geplanten Beispiel des Remote Labs soll von Studierenden die Steuerung einer Ampelanlage konzipiert werden. Dazu muss zunächst eine entsprechende Steuer- software entwickelt und diese dann in entsprechende Hardwarebauteile transferiert oder ge- brannt werden. Die so entstandenen Hardwaresteuerelemente dienen zur Steuerung der eigent- lichen Ampelanlage. Diese ist aber nicht etwa (wie bei einem virtuellen Labor) simuliert, sondern im Labor physisch vorhanden: In Form eines Modells, das eine kleine „Spielszene“ einer Straßenkreuzung mit der entsprechenden Ampelanlage zeigt. Für den Benutzer des Re- mote Labs ist dies über eine Webcam mit Echtzeit-Video „erlebbar“. Gleichwohl kann dieses (die Laborrealität abbildende) Videobild wiederum durch eingeblendete Simulationen ergänzt werden – so entsteht ein „Augmented Remote Lab“, das die Eigenschaften von Virtual und Remote Labs kombiniert. (vgl. III.7.7.10).

Die Entwicklung dieses Remote-Labs orientiert sich architektonisch an der in Abbildung 16 (vgl. III.5.3.3) gezeigten Darstellung und berücksichtigt die dort angeführten Restriktionen und Rahmenbedingungen (vgl. auch III.7.7.11). Aus Gründen der Vereinfachung wird aller- dings die Webschnittstelle zur Steuerung und Präsentation des realen Versuchsablaufs im La- bor (geplant als Webcam-Live-Stream) auf dem gleichen Server/Rechner betrieben, der auch die Labor-Steuerung, bzw. Schnittstelle, hostet (es sind dann keine speziellen Protokolle bzw. Zertifikate zur Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Rechnern im Netzwerk not- wendig). Auf diesem Server/Rechner ist dann die in Abbildung 55 dargestellte Hardware- /Software-Architektur geplant, wobei die Softwareschichten in Java realisiert werden. Ent- sprechende „Programmer“ und Interfaces zum Verbinden mit dem Server-Rechner wurden in Eigenregie entwickelt und produziert (die Entwicklungsschritte zeigt auch Abbildung 55).

---

<sup>408</sup> Vgl. Sitzmann et al. 2014



**Abbildung 55: Geplante Architektur des Fernlabors und Entwicklungsschritte der Interfaces<sup>409</sup>**

Das Konzept und Teile der Entwicklung einer prototypischen Umsetzung des oben beschriebenen Remote Labs für Hardwareprogrammierung bearbeitete Fabian Mügge im Rahmen seiner Diplomarbeit<sup>410</sup>. Obwohl das Remote Lab im Rahmen der Diplomarbeit nicht bishin zu einer funktionalen Version realisiert werden konnte, wurde die Entwicklung im Nachhinein fortgesetzt (und dauert noch an). Die dabei erreichten Ergebnisse sind im folgenden Abschnitt IV.3.6 als Exkurs beschrieben, da diese nicht mehr dem TIO-Projekt zugehörig sind.

#### IV.3.6.Exkurs: Beispiel für eine komplette (Virtual & Remote) Web Lab Suite

Einige der oben vorgestellten Konzepte und Entwicklungen von E-Learning-Enrichment-Tools fanden innerhalb des TIO-Projekts keine abschließende Verwendung. Dies lag im Allgemeinen an dem teilweise noch nicht weit fortgeschrittenen Entwicklungsstand: So wiesen

<sup>409</sup> Eigene Darstellung, Screenshot.

<sup>410</sup> Vgl. Mügge 2013. Diplomarbeit: „Konzept und prototypische Implementierung eines Remote-Lab-Rahmenwerks für den Online-Zugriff auf programmierbare Hardware“, Fabian Mügge.

die Prototypen zumeist nur ein frühes Alpha- bzw. Betastadium auf. Um dennoch das Potential dieser kleinen Einzelanwendungen (Virtual/Remote Labs, Validatoren, Simulatoren, etc.) demonstrieren zu können, wurden diese in einer (von TIO unabhängigen) webbasierten Software Suite zur Unterstützung der Aus- und Weiterbildung in der Technischen Informatik zusammengefasst. So entstanden die *Computer Engineering Remote Access Web Labs (CERAL)*<sup>411</sup>. Die Oberfläche dieser Anwendung ist in Abbildung 56 dargestellt.



**Abbildung 56: Remote Access Web Lab Suite (CERAL) für Technische Informatik<sup>412</sup>**

Bei CERAL handelt es sich um das Beispiel einer modernen E-Learning-Plattform, die unterschiedliche praktische Themenfacetten der Lehre in der Technischen Informatik aufgreift und mit entsprechenden Anwendungen ausgestaltet. Dabei liegt nicht die Publikation von Lerninhalten, wie z.B. Skripten, im Fokus (dies ist hierbei explizit ausgeklammert), sondern die praktische Anwendung und Festigung von zuvor erlerntem Wissen. Dies geschieht in Form von webbasierten Laboren, Simulatoren und Validatoren (die z.B. virtuelle Übungsaufgaben oder verteilte Projektarbeiten ermöglichen), wobei die o.a. Anwendungen – VHDL-Validator (vgl. IV.3.4), AutoSim (vgl. IV.3.2.1), PID-Ufo (vgl. IV.3.3), Tankregelungssimulator (vgl. IV.3.2.2) und die Weiterentwicklung des Remote Labs zur Programmierung einer Ampelan-

<sup>411</sup> <http://www.informatik.uni-hamburg.de/TIS/remote-access-lab/lab.html>, abgerufen am 20.05.2014.

<sup>412</sup> Eigene Darstellung. Screenshot.

lage (vgl. IV.3.5) – zum Einsatz kommen. Die Webanwendung CERAL ist in PHP, HTML5, CSS und Javascript (AJAX und jQuery) entwickelt, bietet durch responsives Webdesign volle Unterstützung für mobile Geräte und ist grundsätzlich multilingual angelegt. Die bereits bestehenden o.a. Tools wurden in die Anwendung eingebunden, sind aber nach wie vor auch „standalone“ nutzbar. Eine Ausnahme stellt dabei der „Traffic Light Programmer“ dar, der eine Weiterentwicklung des unter IV.3.5 angegebenen Augmented Remote Labs ist und komplett in CERAL integriert wurde.

### **Traffic Light Programmer**

Bei der Erstellung des Traffic Light Programmers war ein wichtiger Fokus, auf die einfache Bedienbarkeit und übersichtliche Darstellung zu achten. Diesem Gedanken folgend wurde das Experiment – die Programmierung einer Ampelanlage – in verschiedene Schritte untergliedert. Auf unterschiedlichen Seiten (erreichbar über „Tabs“) sind folgende Informationen angeordnet:

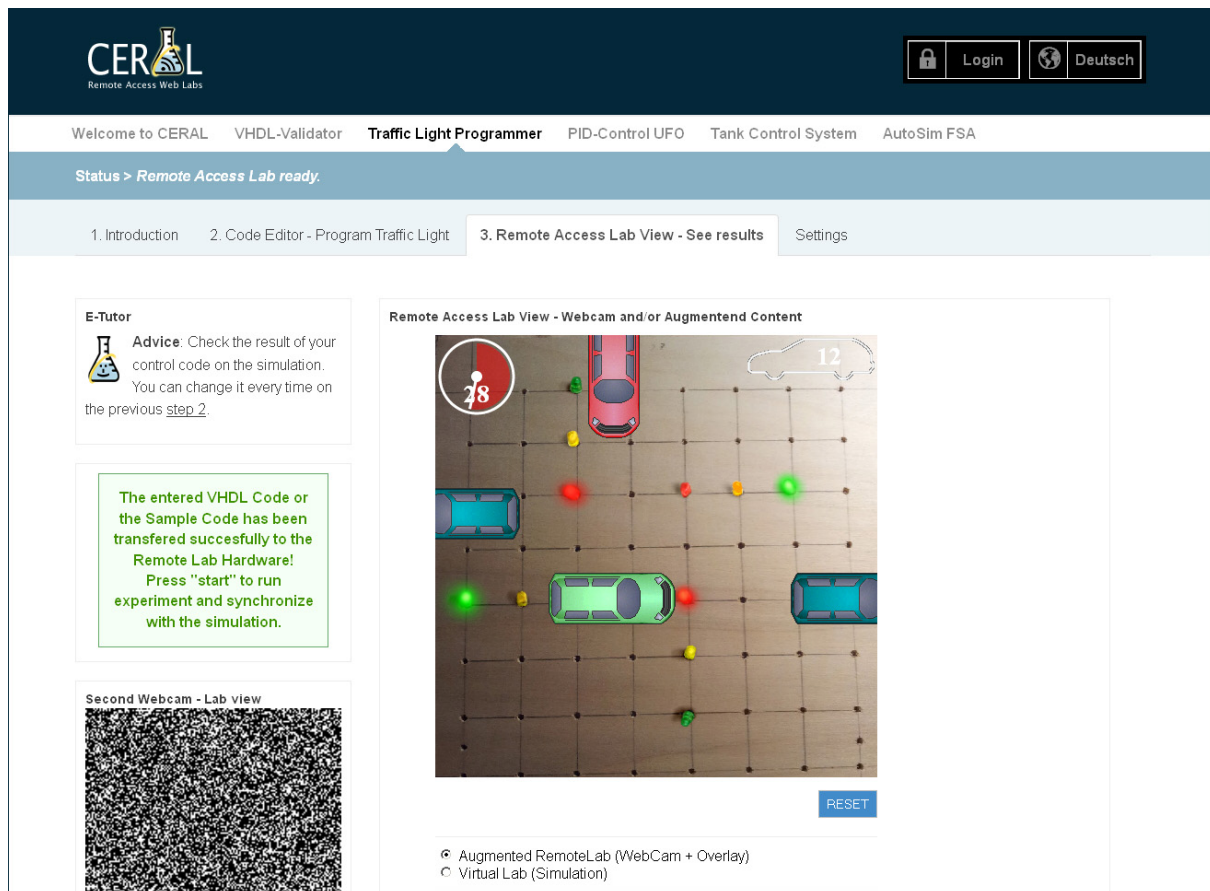
1. **Willkommenseite:** Einführung in die Aufgabe und zahlreiche weiterführende Informationen und Erklärungen (VHDL, Abbildungen, Beispielschaltungen, etc.)
2. **Code Editor:** Eingabe/Upload des VHDL-Quellcodes zur Steuerung der Ampelanlage
3. **Experiment Lab View:** Übertragung des eigenen Quellcodes in die Remote Hardware der Ampelanlage und Test des eigenen Steuerprogramms. Sobald das Testen bzw. das Experiment beginnt zeigt eine Webcam ein Live-Video aus dem Labor, das um simulierte Inhalte ergänzt werden kann
4. **Settings:** Einstellungsmöglichkeiten für die Benutzung des Augmented Remote Labs.

Zudem wurde auf jeder dieser Seiten ein „E-Tutor“ platziert, der kontextsensitive Hinweise und Tipps für die Benutzung geben kann. Abbildung 57 zeigt den dritten Schritt des Traffic Light Programmers: Das Mock-Up eines Webcam-Videos einer im Labor real vorhandenen Platine, die eine Kreuzungssituation mit Ampelanlage darstellt (farbige LEDs zeigen die Zustände der Ampeln). Da es sich um ein Augmented Remote Lab handelt, wird über das Webcam-Video ein simulierter Inhalt eingeblendet – im Beispiel sind dies Autos, die sich gemäß der Ampelsteuerung „verhalten“.

Die vorliegende Version der Software muss in einem nächsten Schritt mit der laborseitig vorhandenen Hardware kombiniert werden. Die entsprechenden Geräte – also Webserver, Laborrechner, Hardwareinterfaces und Programmer (als Grundlage der im Fokus stehenden Ampelanlage) – stehen prototypisch zur Verfügung. Gleiches gilt prinzipiell für die Softwaremodule zur Verbindung und Steuerung dieser Geräte, allerdings sind auch hier noch Veränderungen



notwendig. Diese werden allerdings zukünftige Entwicklungs- und Forschungsanstrengungen sein, die als Vorbereitung für die Erstellung virtueller Lernszenarien und -lösungen für Cyberlearning im Internet der Dinge dienen sollen.



**Abbildung 57: Hardwareprogrammierung einer Ampelanlage über Remote Access<sup>413</sup>**

Hinweis: Die im folgenden Abschnitt IV.4 angegebene Evaluation der Projektergebnisse bezieht sich lediglich auf die im Rahmen des TIO-Projekts entwickelten Softwarelösungen! Die in diesem Exkurs vorgestellten weiterführenden Entwicklungen und Verwendungen der Softwarefragmente sind darin explizit ausgeklammert.

#### IV.4. Evaluation der Projektergebnisse – bisherige Erfahrungswerte

Die Evaluation als Grundlage zur Qualitätskontrolle und -sicherung ist ein wesentlicher Bestandteil eines (E-Learning-) Projekts – im Idealfall geschieht dies regelmäßig und wird von externen Gutachtern begleitet. Im Fall der Neuerstellung einer E-Learning-Lösung ist wie bereits erwähnt grundsätzlich ein Pilotbetrieb zu empfehlen (vgl. III.10.3.2). Im konkreten Fall gab es, abgesehen von den Tests während der Entwicklung, daran anschließenden Feld-

<sup>413</sup> Eigene Darstellung. <http://www.informatik.uni-hamburg.de/TIS/remote-access-lab/traffic-light-remote-lab.html>, abgerufen am 20.05.2014. Screenshot.

tests zur Kontrolle der unterstützten Geräte und einzelnen Evaluationen mit Studierenden keine wirkliche Prüfung des TIO-Gesamtsystems unter realen Bedingungen. Um dies nachzuholen, waren unterschiedliche Szenarien von (Teil-) Pilotbetrieben in Planung, um einen ersten „Live-Betrieb“ durchführen zu können. Obwohl das Feedback innerhalb des Projekts und der wissenschaftlichen Gemeinschaft durchweg positiv war, reichen die derzeitigen Erfahrungswerte noch nicht für eine wirkliche Evaluierung aus. Dafür liegen nicht genügend belastbare externe Erkenntnisse, Meinungen und Feedbacks vor, um die Güte des Systems wirklich bewerten zu können. Aufgrund des vorzeitigen Projektendes konnte kein (Teil-) Pilotbetrieb mehr durchgeführt werden. Somit soll die im Folgenden angegebene, auf überwiegend theoretischen Annahmen basierende, erste Bewertung eher als Indiz für die zu erwartenden realen Erkenntnisse dienen. Ggf. kann diese erste Bewertung als Grundlage einer zukünftig geplanten Evaluation, bzw. zugehöriger Strategien, dienen.

#### IV.4.1. Unterstützte Geräte und Browser

Nach Abschluss der Entwicklung wurden sämtliche oben angegebene Webanwendungen auf ihre Funktionalität mit verschiedenen Endgeräten, Betriebssystemen und Browsern getestet. Die folgende Tabelle 25 zeigt eine Übersicht:

Gerät	Betriebssystem, Version	Browser (Version, ab)
<b>lokale Geräte (Desktop)</b>		
PC	Microsoft Windows XP, Vista, 7, 8	Firefox (>V3), Internet Explorer (>V6), Chrome (>V16), Safari (>V5), Opera (>V8)
PC	Linux (Ubuntu >V8, Debian), Kernel >2.6.20	Firefox (>V3), Opera, Mozilla
MAC	MAC OSX, ab 10.6	Safari (>V5), Firefox (>V3)
<b>mobile Geräte</b>		
Notebook/Netbook (portable Geräte, siehe lokale Geräte)		
Tablet-PC	diverse, Android (>V2.2) iPad (>1), iOS (>V5)	WebKIT, Firefox Mobile, Opera Safari
Smartphones	diverse, Android (>V2.2) iPhone (>3GS), iOS (>V5)	WebKIT, Firefox Mobile, Opera Safari
MP3-Player	iPod, iOS, (>V5)	Safari

**Tabelle 25: Unterstützte Geräte, Betriebssysteme und Browser<sup>414</sup>**

Die TIO-Software kann mit sämtlichen in der Tabelle angegebenen Geräte- bzw. Systemkonstellationen genutzt werden. Dies gilt bei mobilen Geräten auch dann, wenn keine optimierte Variante zur Verfügung steht – dann allerdings mit dem Layout für klassische/lokale Geräte.

<sup>414</sup> Eigene Darstellung.



#### IV.4.2. Diskussion der Softwareeigenentwicklungen für die Lehre

Basierend auf einer informellen Wunschliste sowie aktuellen Techniken und Trends, gleichwohl aber unter Berücksichtigung anderer E-Learning-Projekte im MINT-Bereich, kann die TIO-Software ohne Übertreibung als „Up-to-date“ und „State-of-the-Art“ im E-Learning bezeichnet werden. Zunächst sind dabei die Komplettimplementierung des Single-Source-Ansatzes und die Nutzung des gängigen und hochentwickelten LMS TIO-ILIAS zu nennen. Auf diese Weise ist schon ein innovatives und praktikables System für den Einsatz in prinzipiell jeder Disziplin entstanden. Um allerdings gezielt auf die Anforderungen des MINT-Bereichs und der einzelnen Zielgruppen eingehen zu können, waren einige Veränderungen notwendig – die auch größtenteils durchgeführt wurden. Die Liste der dafür notwendigen Entwicklungen reicht von einer Anpassung des LMS TIO-ILIAS, über die Berücksichtigung spezieller didaktischer Methoden und Inhaltstypen (Formeln, Symbole, etc.) bei der Entwicklung der Lerninhalte, die Speicherung dieser in einem nachhaltigen und auf heterogene Geräte spezialisierten XML4TIO-Format, bishin zur Entwicklung vielfältiger alternativer Darstellungen der komplexen Inhalte in Form von Animationen und Simulationen sowie der Bereitstellung innovativer Softwarewerkzeuge zur gezielten Übung von MINT-relevanten (hier Technische Informatik) Inhalten; dies sind insbesondere Programmiervalidatoren, Lernspiele und virtuelle oder Fernlabore. Ebenso stand die konsequente Anpassung des Systems auf das Lebenslange Lernen und die darin geforderten flexiblen Lernszenarien im Fokus. Dies wurde insbesondere durch die vollständige digitale Verfügbarkeit aller zum Lernprozess notwendiger Materialien und Werkzeuge erreicht; unterstützend wirkt dabei, dass diese zum größten Teil auch für mobile Geräte optimiert sind und somit das Lernen in neuartigen, auf das individuelle Leben des Lernalters angepassten, Szenarien ermöglicht.

Wenngleich das System technisch betrachtet auf dem neusten Stand ist und die Software in Form eines stabilen Prototyps vorliegt, ist insbesondere auch das Feedback der späteren Nutzer zu berücksichtigen – also unter Funktionalitäts- und Usability-Aspekten zu prüfen, inwieweit sich das System „gut und einfach“ benutzen oder bedienen lässt und, ob es „Spaß macht, damit zu arbeiten oder zu lernen“. Ohne die Ergebnisse eines (Teil-) Pilotbetriebs vorwegnehmen zu wollen oder zu können, sind bei den bisherigen Softwaretests bereits folgende Dinge aufgefallen:

**Feedback der Anbieter** (Autoren, Dozenten, Teletutoren, Administratoren/Verwaltung; bislang nur Nutzung des Single-Source-Publishing-Systems):

- Die Möglichkeiten zur Erstellung und einfachen Aktualisierung von Lerninhalten, die dann quasi in Echtzeit auf allen möglichen Endgeräten zur Verfügung stehen, werden als sehr positiv und innovativ empfunden

- Die Nutzung der TIOWA-Software ist auch für ungeübte problemlos möglich
- Die Aufbereitung der Dokumente für die Konvertierung ist allerdings problematisch:
  - Open Office: Trotz Vorlagen ist oftmals noch unklar, wie die Dokumente genau aufzubereiten/zu formatieren sind
  - Framemaker: Das zur Verfügung stehende Konverterskript bedarf einer Vielzahl von aufwendigen Vorbereitungen und Nachbearbeitungen
  - Die Konverter generieren noch nicht in jedem Fall für Laien verständliche oder verwertbare Fehlermeldungen
  - Generell ist die initiale Aufbereitung der Inhalte für die Konvertierung aufwendig: Formeln, Graphiken, Text – alles muss speziell angepasst werden.

**Feedback der Studierenden.** Es wurden einzelne E-Learning-Enrichment-Tools getestet, wie der VHDL-Validator (vgl. IV.3.4), das Lernspiel PID-Ufo (vgl. IV.3.3) und der Tankregelungssimulator (vgl. IV.3.2.2):

- Die Entwicklungen wurden sehr positiv aufgenommen.
- Die Nutzung der Werkzeuge zur Unterstützung der Lehre macht Spaß, bietet Freiheiten in der Zeiteinteilung und ein gelungenes Gegenstück zur Präsenzlehre und rundet das Gesamtpaket damit ab.
- Die Nutzerführung in den Programmen lässt noch den prototypischen Charakter erkennen, die Oberflächen müssen um mehr Hinweise erweitert werden, der Programmvalidator grundsätzlich verständlichere Fehlermeldungen erhalten.

Diese ersten Feedbacks können in eine etwaige, zukünftig geplante, Weiterentwicklung der Software einfließen. Konkrete Hinweise müssten in diesem Fall aber weitere Tests und ein (Teil-) Pilotbetrieb liefern.

#### **IV.4.3.Erfahrungswerte und resultierende Veränderungen des Rahmenwerks**

Bei der Auswahl, Entwicklung und Kombination der einzelnen Softwareteile stand stets eine Orientierung an dem durch das Konzept gefundenen Anforderungskatalog im Vordergrund. Dennoch entspricht die entstandene Umsetzung nicht in allen Punkten den dort dokumentierten Best-Practice-Empfehlungen. Insbesondere liegt dies darin begründet, dass die theoretisch aufgestellten Vorgehensweisen für die Umsetzung in der Realität nicht immer komplett geeignet erschienen oder Vereinfachungen in Kauf genommen werden mussten. Zwar geht das Rahmenwerk keineswegs von einem idealtypischen Projektverlauf aus, allerdings ist die Summe von Verzögerungen und verschiedener anderer Rahmenbedingungen eben nicht im Vorfeld planbar. Aufgrund eben dieser Restriktionen (insbesondere „Manpower“, Zeit und

Budget, vorzeitiges Ende) wurden einige Vorschläge des Rahmenwerks bewusst ausgeklammert, andere wiederum mussten im Verlauf bedauerlicherweise vernachlässigt werden. Eine Übersicht über diese Abweichungen vom Rahmenwerk gibt Tabelle 26:

Rahmenwerk	Umsetzung/Abweichung
Autorenwerkzeuge: Unterstützung von MS-Word	Die Umsetzung des Konverters wurde nicht fertiggestellt.
XML4TIO: Unterstützung sämtlicher Möglichkeiten von Formaten, die ein Autorenwerkzeug bietet	Es konnte nur eine "abgespeckte" Version von Auszeichnungselementen für die Speicherung von Inhalten umgesetzt werden.
Sämtliche Videos als HTML5-Video	Für lokale Geräte wurden die Vorlesungsaufzeichnungen bislang nicht in die entsprechenden, vom Browser unterstützten Formate, konvertiert und werden dort im Flash-Format/-Player abgespielt
Formeln komplett als Text, via MathJAX	Da die Aufbereitung der Formeln mit dem jeweiligen Formeleditor durch Autoren als zu aufwendig empfunden wurde, liegen diese teilweise als skalierbare Graphiken vor
Optimierung für mobile Geräte	Teilweise sind die E-Learning-Enrichment-Tools, also Simulatoren, Validatoren oder Labs, nicht (komplett) für die Nutzung mit mobilen Geräten ausgelegt
Umsetzung weiterer Simulationen	Die Umsetzung weiterer Simulationen wurde nicht fertiggestellt.
Einbinden von Schnittstellen für Unternehmenskooperationen	Derzeit können Unternehmen als wichtige Zielgruppe zwar einen Einfluss auf die Gestaltung der Inhalte (Schwierigkeitsgrad, Sequenzierung, etc.) nehmen, müssen dazu allerdings die gleichen softwaretechnischen Mittel wie die Anbieter nutzen (in Form angepasster Benutzerrollen im LMS). Entsprechende spezielle Schnittstellen für Unternehmen wurden bislang nicht umgesetzt, da im Rahmen des Projekts bislang keine konkreten Industrie-Partnerschaften zustande gekommen sind.
E-Learning als Schnittstelle	Eine Daten-Schnittstelle zur Auslieferung der E-Learning-Inhalte war nicht geplant und wurde folglich auch nicht umgesetzt.

**Tabelle 26: Checkliste zur Dokumentation der Abweichungen vom Rahmenwerk<sup>415</sup>**

Die Abweichungsliste liefert bereits Hinweise bzgl. etwaiger zukünftiger Weiterentwicklungsmöglichkeiten der TIO-Software, die wiederum eine stärkere Berücksichtigung im zugrunde liegenden Konzept implizieren sollte. Zunächst seien aber konkret für die Ergänzung der TIO-Software die folgenden Facetten für mögliche Änderungspotentiale angeführt:

- Weitere Ausarbeitung des Single-Source-Publishing-Ansatzes hin zur Unterstützung weiterer Autorentools (Word, Input-Konverter für Social-Software Wordpress, Facebook, Twitter, etc.)
- Ergänzung des XML4TIO-Zwischenformats: Unterstützung weiterer Formate, bzw. Gestaltungselemente, zur flexibleren (Ausgabe-) Gestaltung von Lerninhalten und Berücksichtigung unterschiedlicher „Darreichungsformen für Inhalte“, wie gedruckte Skripte, Präsentationsfolien, etc.
- Erarbeitung von (weiteren) vielschichtigen „alternativen“ Darstellungen für technische Inhalte aus dem MINT-Bereich, insbesondere die Einbindung von Animationen, Simulationen, Remote Zugriffen auf Laborressourcen, Remote Labs.

<sup>415</sup> Eigene Darstellung

- Der Trend geht über das reine M-Learning hinaus: Gezielter Schritt in Richtung U-Learning und Internet der Dinge, bzw. Ubiquitous Computing, wenn dies die Lehre positiv unterstützen kann. Entwicklung von Lernschnittstellen für mit dem Internet verbundene Alltagsgeräte und didaktische Ergründung zugehöriger Lernszenarien.
- Überführung des „Prototyps TIO“ in eine stabile Software.

Allerdings soll abschließend nicht verschwiegen werden, dass die realisierten Softwareteile als Indiz für viele gelöste organisatorische wie softwaretechnische Herausforderungen stehen und somit in der Summe ein hoch innovatives E-Learning-System bedeuten, das keinen Vergleich mit anderen am Markt befindlichen scheuen muss.

## V. Schlussbetrachtung – Blended E-Learning für die MINT-Praxis

Eine adäquate Aus- und Weiterbildung im MINT-Bereich ist insbesondere in stark technisierten, von der technologischen Innovationskraft abhängigen (z.B. im Automobilsektor) und exportorientierten Gesellschaften wie Deutschland obligatorisch. Denn dort stützt sich der Wohlstand zu großen Teilen auf eine hohe Innovationskraft der Industrie, die auch durch gut ausgebildete und spezialisierte Mitarbeiter getragen wird. Im Zuge neuer technischer Möglichkeiten und einer verstärkten Digitalisierung war der Schritt zum (zumindest teilweisen) Wandel in Richtung elektronischer Bildungssysteme in Form von E-Learning naheliegend. Unter Berücksichtigung neuer bildungspolitischer, subjektwissenschaftlicher aber auch ökonomischer Trends sind langfristig auch die Orientierung in Richtung des Lebenslangen Lernens und die starke Förderung durch europäische Regierungen nachvollziehbar und konsequent.

Der aktuellen bildungs- und wirtschaftspolitischen Diskussion folgend wird ebenso deutlich, dass die in dieser Ausarbeitung thematisierte Fragestellung – *welche konkreten Anforderungen an Blended E-Learning-Lösungen im Kontext von MINT und LLL gestellt werden und wie diese softwaretechnisch umgesetzt werden können* – eine absolute Daseinsberechtigung hat. Dies gilt umso mehr, da sowohl durch technologische Trends im E-Learning, als auch die Veränderung von Studierenden (Lebenssituation, Erwartungen an das Lernen von „Digital Natives“, Lernszenarien und -technologien) als Folge gesellschaftlicher Wandlungsprozesse, generell neue Rahmenbedingungen für derartige Entwicklungen zu berücksichtigen sind. Zudem werden Rahmenwerke, die theoretisch, vor allem aber exemplarisch aufzeigen, wie innovative E-Learning-Lösungen umzusetzen sind, zukünftig deutlich an Importanz für Entscheidungsträger gewinnen, da die Implementierung dieser Softwaretools schlichtweg zu zeitintensiv und teuer ist, um Technologien, Verfahrensweisen oder die Wirtschaftlichkeit des Angebots „auszuprobieren“. Es ist daher wichtig zu dokumentieren, welche Facetten und Methoden während der Entwicklung und der Praxis überzeugen konnten – ebenso allerdings, welche Herausforderungen oder Probleme es gab und vor allem warum. Aufgrund der bestehenden Abhängigkeiten zwischen den vielfältigen Entwicklungsaufgaben bei der Umsetzung von E-Learning (vgl. II.2.2 und VI.1.1.2) ist ein in Form eines Rahmenwerks fixierter Vorgehensplan, der die Diskussion unterstützen kann und so hilft, das Für und Wider einzelner Teilaspekte abzuwägen, sehr hilfreich und in manchen Fällen obligatorisch.

Ein solches Rahmenwerk – für die Einführung von zielgruppenorientiertem Blended E-Learning im MINT-Bereich im Kontext des Lebenslangen Lernens – wurde mit dieser Arbeit gegeben und konkrete Praxisbeispiele zur Umsetzung (als erste Schritte einer Evaluation)

aufgezeigt. Insgesamt bieten sich durch die Kombination der theoretischen Konzepte mit den zahlreichen programmiertechnischen Umsetzungen klare Abschätzungen, die etwas abstrahiert auch in anderen Fächerkontexten des E-Learnings als Handlungsempfehlungen verwendet werden könnten.

### **V.1.Erfahrungen mit dem entwickelten Rahmenwerk und Bewertung**

Zunächst muss bemerkt werden, dass trotz der hohen Entwicklungsgeschwindigkeit in der IT und der Tatsache, dass es sich bei E-Learning seit nahezu zwei Dekaden um ein populäres und stark finanziell gefördertes Gebiet handelt, noch sehr viele Lösungen am Markt anzutreffen sind, die keineswegs die Qualitätskriterien für „gutes E-Learning“ erfüllen – zumindest dann, wenn man darunter Lösungen versteht, die z.B. nachhaltig betrieben werden können in Bezug auf Inhaltserstellung, -speicherung, Durchführung und verwendete Techniken. Natürlich muss bei der Qualitätsbewertung von E-Learning-Angeboten generell facettenreich und konkret objektbezogen geprüft werden (vgl. III.10); vor allem aber anhand aller zur Verfügung stehender Kriterien. Werden dafür die in diesem Rahmenwerk angeführten Punkte (als einfache Grundregeln) bei einer Realisierung beachtet, befindet sich die so entstandene Lösung sicherlich auf einem (im Allgemeinen) „guten und richtigen“ Weg. Garantien für den Erfolg des Angebots gibt es ohnehin nicht – dafür aber vielfältige begünstigende Faktoren, die im Laufe dieser Arbeit vorgestellt wurden.

Im Vergleich zu den aktuell bestehenden E-Learning-Lösungen (im MINT-Bereich, universitäre wie kommerzielle) zeigen sich einige prägnante Unterschiede zu dem hier Vorgeschlagenen. In der Regel basieren derzeit „am Markt befindliche Angebote“ (ausschließlich) auf Standard-LMS und wurden kaum für eigene Zwecke erweitert, bzw. spezialisiert. Ebenso unterstützen diese dann nur selten das Single-Source-Publishing-Prinzip. Standard ist hier die Speicherung formatierter Inhalte in SCORM/HTML oder aber in LMS-eigenen Datenbanken (und Formaten). Sofern bei der Erstellung dann nicht gleich mehrere Varianten dieser Inhalte oder eine unformatierte „Rohfassung“ (zumindest in Bezug auf einen HTML/CSS-Seitenrahmen für hohe Auflösungen) in einem gegliederten Dokument gespeichert wurden, ist sowohl die nachhaltige Nutzung der Inhalte in anderen Kontexten, als auch die Auslieferung optimierter Inhalte für mobile Endgeräte kaum (problemlos) möglich. In diesem Punkt sticht die vom Rahmenwerk empfohlene Vorgehensweise deutlich hervor, ergibt sich hier (bei entsprechender Umsetzung) doch eine nahezu vollständige Flexibilität in Bezug auf Speicherung und Weiternutzung der Inhalte – allerdings steht dieser Lösung eben auch ein sehr hoher Entwicklungsaufwand gegenüber. Versteht man jedoch „Single-Source-Publishing“ als Grundvoraussetzung für die Unterstützung heterogener Endgeräte und zukünftiger Lernszenarien, wie z.B. dem U-Learning, ist dieser Aufwand mitunter gerechtfertigt.

Zudem ist die konsequente Einbeziehung spezieller Inhaltstypen, Formate, Lehr- und Lernformen für die Adressierung der Anforderungen des MINT-Bereichs essentiell. Bezogen auf die Darstellung von formel- und symbollastigen Lerninhalten sowohl im Browser, als auch als ausgedruckte „Offline-Version“ ist z.B. die Repräsentation dieser in Textform (z.B. Formel im HTML-Quellcode eingebunden) im Vergleich zur einer Einbettung als Graphiken vorzuziehen, um eine Skalierung im Browser und ein hochwertiges Druckergebnis gleichermaßen zu ermöglichen. Die Durchführung des Lehrangebots ist standardmäßig als Blended Learning zu gestalten, da sich so speziell für den MINT-Bereich entwickelte Veranstaltungstypen – sowohl als Teil der Online- oder Präsenzlernphasen – realisieren lassen. Insbesondere sind hier verschiedene Formen von kollaborativem Lernen und Arbeiten in Form von Seminaren, Team-Projekten oder Fachgesprächen (als Grundlage für die Anrechenbarkeit von Vorkenntnissen, z.B. anhand des EQF/NQF) vorzusehen. Denn Ziel der Aus- und Weiterbildungsprogramme im MINT-Bereich muss die Anwendung von Wissen in praxisnahen Szenarien zur Stärkung von übergreifenden Methodenkompetenzen sein – dies kann nur so erreicht werden.

Grundlegender Bestandteil der Realisierung dieser Lernszenarien ist weiterhin die konsequente Anpassung sämtlicher Lehr- und Lerntätigkeiten an das Paradigma des lebenslangen Lernens. Damit das Lernen allerdings lebensbegleitend sein kann – hier konkret: Die Aus- und Weiterbildung in der höheren Bildung des MINT-Bereichs Teil der Lernbiographie wird – muss natürlich das E-Learning-System die individuellen Bedürfnisse der Lerner an sich berücksichtigen. Das Ausbildungssystem passt sich im Idealfall also an die Lerner an und nicht umgekehrt. Die Bildungsmaßnahme wird also entweder in Form eines Vollstudiums, eines Teilzeitprogramms oder einzelner Kurse im Rahmen einer berufsbegleitenden Weiterbildung angeboten, ggf. in Kooperation mit Unternehmen. Die hier vorgestellte E-Learning-Plattform bietet all diese Möglichkeiten standardmäßig an. Dazu gehört auch, dass alle relevanten Zielgruppeninteressen bei der Entwicklung betrachtet, gewichtet und entsprechend realisiert werden – dazu wurde eine (graphische) Zielgruppenmetrik gegeben.

Es kann zusammenfassend festgehalten werden, dass die eingangs formulierte Fragestellung im Verlauf dieser Arbeit in Bezug auf die technische Umsetzung ausführlich beantwortet wurde. Sowohl das Konzept, als auch die praktische Realisierung dessen in Form der TIO-Plattform, zeigen konkret, wie eine innovative E-Learning-Lösung im MINT-Bereich aussehen muss, wie der Entwicklungsprozess organisatorisch und softwaretechnisch geplant werden kann, welche (Innovations-) Barrieren dabei zu erwarten sind und wie all dies programmiertechnisch realisierbar ist. Grundsätzlich ist dabei zwar keine lückenlose „Komplettanleitung“ entstanden – dies würde aber zweifelsohne den Rahmen sprengen und war so auch nicht gewollt. Vielmehr lag das Augenmerk auf innovativen Lehr- und Lernszenarien für E-Learning im MINT-Bereich und entsprechender softwaretechnischer Umsetzungen, die hier in

Form zahlreicher theoretischer Szenarien und praktischer Umsetzungsbeispiele gegeben wurden. Insgesamt hilft dieses Rahmenwerk sicherlich dabei, die Eigenheiten komplexer Webanwendungen, wie sie im E-Learning zum Einsatz kommen, zu verinnerlichen und ermächtigt Planer, Entwickler und Entscheider somit das Für und Wider aller aufkommenden Fragestellungen im Zuge einer Realisierung abzuwägen.

## V.2.Prototyp „Technische Informatik Online“ (VHN-TIO)

Die Entwicklung des Prototyps „Technische Informatik Online“ ist eine (mögliche) Umsetzung des Konzepts, gleichwohl auf Grundlage der Anforderungen, die gezielt für das Online-Studium der Technischen Informatik im zugrunde liegenden Projektkontext angenommen wurden. Die größten Stärken der so entstandenen elektronischen Lernumgebung sind ein nachhaltiger Erstellungs- und Speichermechanismus für Lerninhalte, innovative Lernszenarien (M-Learning) und die speziellen Eigenentwicklungen für die Lehre in Form von Simulationen, Lernspielen, Validatoren, etc. Somit bietet das TIO-E-Learning-Programm mit der zugehörigen Software-Plattform u.a. folgende Features:<sup>416</sup>

- *Blended Learning als Standard*: Überwiegende Online-Lernphasen in Kombination mit Präsenzphasen, die dezentral an fünf norddeutschen Standorten stattfinden können.
- *Gängige Autorenwerkzeuge als integriertes Autorensystem mit Single-Source-Publishing*: Im Vergleich zu vielen E-Learning-Systemen, die kein integriertes Autorensystem zur einfachen Erstellung und Aktualisierung der Lerninhalte besitzen, bietet TIO die Verwendung gängiger und bekannter Autorenwerkzeuge an – die Inhalte werden über eine einfache Oberfläche (TIOWA) automatisiert in die vom System benötigten Formate konvertiert (lokal, mobil, Speicherung, Print-Version, etc.).
- *Lerninhalte für den MINT-Bereich* (hier technische Informatik): Die Lernmaterialien wurden inhaltlich und didaktisch neu erstellt, um E-Learning und neuartige Lernszenarien optimal unterstützen zu können.
- *XML-Daten und API*: Die Speicherung der Lerninhalte im gegliederten und unabhängigen XML4TIO-Format ermöglicht auch den Austausch von Lernobjekten (entweder in XML oder SCORM/HTML). Über eine (bislang nicht bestehende) Schnittstelle, bzw. API, können die Inhalte theoretisch auch von anderen Diensten oder Lernplattformen in Lizenz verwendet werden („E-Learning als Webservice via Software-Schnittstelle“).
- *Digitale Lehrmaterialien oder gedrucktes Skript*: Durch den Single-Source-Publishing-Ansatz ist es problemlos möglich, Lerninhalte anstatt online auch als Druckversion herunterzuladen und auszudrucken. Beliebige skalierbare Formeln und Abbildungen in genügend hoher Auflösung garantieren ein Druckergebnis mit hoher Qualität.

<sup>416</sup> Eigene Darstellung, vgl. dazu auch Balzert et al. 2004, S. 138



- *Mobile Endgeräte*: Die Lernsoftware, Lerninhalte und sämtliche zugehörige Software für Studierende sind konsequent sowohl für alle gängigen lokalen PC-Browser, als auch für jene auf portablen und mobilen Geräten, wie Notebooks, Tablet PCs und Smartphones optimiert.
- *Lebenslanges Lernen*: Die Flexibilität, die im Rahmen von (Erst-) Ausbildung und beruflichen Weiterbildungsmaßnahmen sowie von heutigen und zukünftigen Lernern („Digital Natives“) gefordert werden (Zielgruppenorientierung), sind grundlegender Bestandteil des TIO-Bildungskonzepts – Teil- oder Vollstudium als Blended Learning, wobei nahezu alle vorgestellten Veranstaltungstypen (zusätzlich) softwaretechnisch abgebildet wurden.

Natürlich gäbe es rund um die TIO-Plattform noch vielerlei Diskussionsbedarfe und zahlreiche Ergänzungsmöglichkeiten (vgl. IV.4.3). Insgesamt ist aber schon ein System-Prototyp entstanden, der viele innovative Ansätze für die Aus- und Weiterbildung von MINT-Fachkräften standardmäßig anbietet. Es ist somit abschließend festzustellen, dass es sich bei der TIO-Plattform um ein höchst innovatives E-Learning-Produkt handelt, das – gleichwohl nach der Ergänzung der Software-Basis hin zu einem getesteten und stabilen Softwareprodukt – in seiner Gesamtheit mit allen bestehenden E-Learning-Angeboten zweifelsohne konkurrieren könnte und diese in einigen Bereichen (vor allem bezogen auf Inhaltserstellungsprozesse, Lernszenarien und Techniken) sogar überflügeln würde.

### **V.3.Weiterentwicklung und Ausblick auf zukünftige Forschungsbedarfe**

Als Ergebnis der Adaption bestehender Informations- und Kommunikationstechnologien wird sich E-Learning nie mit den agilen Entwicklungsintervallen eben solcher messen können, da zunächst viel Arbeit in die Ergründung entsprechender Ausbildungslösungen investiert werden muss, welche diese nutzen. Eine Umsetzung wird technologisch also naturgemäß „etwas hinterherhinken“. Die Herausforderung, eine aktuelle E-Learning-Anwendung für das 21. Jahrhundert zu schaffen, sollte im Allgemeinen (bezogen auf Planung, Projektierung, Durchführung) und Speziellen (technische Umsetzung) also nicht unterschätzt werden (vgl. z.B. III.7.7 und III.7.8). Das in dieser Arbeit vorgestellte Rahmenwerk zeigt beispielhaft, wie einschlägige Entwicklungstrends – im Sinne der Sicherung von Nachhaltigkeit – entsprechend für zukünftige Umsetzungen berücksichtigt werden können. Denkt man beispielsweise an vielfältige mobile Geräte, das M-Learning, das U-Learning oder andere diverse miteinander vernetzte Geräte und intelligente (Lern-) Netzwerke im Internet der Dinge, ergeben sich einerseits vielfältige Möglichkeiten für die Aus- und Weiterbildung (nicht nur) im MINT-Bereich. Andererseits entstehen aber ebenso zahlreiche Forschungsbedarfe, sowohl zur Ergründung dieser neuen Techniken, aber vor allem auch in Bezug auf die organisatorische, didaktische und inhaltliche Gestaltung derartiger E-Learning-Angebote und -Systeme. Diese

Thematiken wurden im vorliegenden Rahmenwerk nur angedeutet und mögen Facetten weiterer Forschungsanstrengungen sein. Gleichwohl müsste dieses Rahmenwerk dann – insbesondere um der in hohem Tempo weitereilenden technischen Entwicklung Rechnung zu tragen – entsprechend ergänzt werden.

Bezogen auf Technologien zielen die Themenstellungen dabei überwiegend auf Netzwerksysteme, Sensoren und Softwarelösungen zur Etablierung von Ubiquitous Computing und dem Internet der Dinge. Zugehörige weitere Forschungsrichtungen im Bereich des E-Learnings sind dabei eher didaktischer und inhaltlicher Natur. So gilt es Lernszenarien, -inhalte und didaktische Konzepte zu entwickeln, welche die kontextabhängige, bzw. situative, Steuerung von Lernprozessen und eine darauf basierende Auslieferung von Lerninhalten ermöglicht. Insgesamt entstehen facettenreiche Forschungsbedarfe, die auf technischer Seite – aufgrund der starken Affinität zu IT-Geräten (denkt man beispielsweise an Augmented Remote Access Labs für Cyberlearning-Angebote im Internet der Dinge) und der engen Verzahnung von Technik und Lernen – von der Informatik durchgeführt werden müssen. Die Erstellung innovativer Lernszenarien und zugehöriger Konzepte als Grundlage für die Generierung von mit Metainformationen angereicherten Lerninhalten zur Nutzung für das U-Learning sollte in Kooperation mit Fachgebieten wie Pädagogik, Erziehungswissenschaften und Psychologie durchgeführt werden, um gesellschaftliche und subjektpsychologische Trends entsprechend berücksichtigen zu können.

Dennoch ist all dies noch „Zukunftsmusik“ – denn es bleibt äußerst fraglich, welche technisch durchaus möglichen Trends sich wirklich durchsetzen werden. Viel wichtiger ist es zum jetzigen Zeitpunkt, das Augenmerk auf bestehende E-Learning-Lösungen zu richten und deren Ausrichtung auf den aktuellen „Stand der Technik“ zu bringen! Denn dies ist oftmals nicht der Fall und beeinträchtigt die durchschnittliche Qualität von E-Learning immens. Setzt man also an dieser Stelle an, sollte zunächst eine grundsätzliche Tendenz in Richtung der mobilen Geräte angenommen und diese selbstverständlich in bestehende und kommende Systeme integriert werden. Erst wenn dies geschehen und der Status Quo eine Systemgrundlage ist, die ohne Probleme nachhaltig verwendbare, unformatierte und mit Metainformationen versehene Lerninhalte generieren und verwalten kann, sollte die Ausbreitung der Lösungen auf verschiedene andere vernetzte Geräte begonnen werden. Die konkrete Ausgestaltung derartiger E-Learning-Lösungen wird dann höchstwahrscheinlich eines der zukünftigen Forschungsgebiete im Bereich des elektronisch unterstützten Lernens sein – welchen Namen diese neuen Entwicklungen dann auch immer tragen werden.

## VI. Anhang

Im Anhang sind einige weiterführenden Informationen und Unterlagen zum besseren Verständnis der vorliegenden Arbeit beigelegt. Neben detaillierten Hintergrundinformationen zum E-Learning und dem Lebenslangen Lernen, finden sich hier auch weitere Screenshots der entwickelten Softwareanwendungen.

### VI.1. Blended E-Learning im MINT-Bereich

Der Begriff „E-Learning“ ist seit dem Aufkommen des Internets für die breite Masse in den 1990er Jahren präsent und wurde zwischenzeitlich – pointiert – als die „Lösung vieler bis aller Probleme“<sup>417</sup> im Aus- und Weiterbildungssektor angesehen. Doch schnell verbreitete sich nach einer ersten Euphorie die Erkenntnis, dass die reine Umgestaltung bzw. Umstellung von schulischer oder universitärer Bildungsbemühungen in Richtung IT die angenommene „heilbringende“ Lösung keineswegs bieten konnte. Schuldige waren schnell gefunden: Die Anbieter solcher E-Learning-Angebote hatten sie „einfach falsch umgesetzt“, „die Finanzierung war zu gering“ oder die „Zeit war einfach noch nicht reif“ etc. Dies waren, so formuliert, natürlich keine ausschlaggebenden Gründe, vielmehr ist wohl eine Kombination aus diesen und anderen Dingen zu vermuten. Heute ist man sich sicher, dass E-Learning-Angebote, die ausschließlich auf elektronische Unterlagen, Vorlesungen, Seminare, etc. setzen, wenig Erfolg haben werden und es nur mit einem sog. Blended (E-) Learning-Ansatz, bei dem sich elektronisch unterstütztes Lernen und Präsenzunterricht ergänzen, „erfolgreiche“ Umsetzungen geben wird. Ob dies wirklich der Fall sein wird, ist schwer zu sagen – Langzeitbeobachtungen, die über wenige Jahre hinaus gehen, gibt es in diesem Gebiet ebenso wenig, wie allgemeingültige „Regelkataloge oder Checklisten“, aufgrund deren der „Erfolg“ oder Misserfolg von E-Learning bewertet werden könnte. Hingegen existieren viele gute Ansätze in allen nötigen Bereichen, wie z.B. der technischen Umsetzung, Didaktik, Nachhaltigkeit und Qualitätsmanagement, die aber bisher in den meisten Fällen bedauerlicherweise nicht über den Status von (populären) „Insellösungen“ hinausgekommen sind und in der „breiten Masse“ der E-Learning-Angebote meistens nicht zur Verfügung stehen.

Dieses Kapitel leitet grundlegend in das Forschungsgebiet „E-Learning“ ein. Als Ergebnis der Diskussion von Vor- und Nachteilen im Rahmen des Einsatzes von E-Learning in der Aus- und Weiterbildung wird speziell in den Bereich „Blended Learning“ eingeführt und gezeigt, dass dieser viele praktische Probleme von reinem E-Learning aufgreift und interessante Lösungsansätze – gerade auch im späteren Bezug auf Lebenslanges Lernen – bieten kann. Weiterhin werden konkrete Anforderungen an Blended E-Learning und mögliche Lösungen dis-

---

<sup>417</sup> z.B. Verbesserung der Qualität, Steigerung der Absolventenzahlen, eine generelle Motivationssteigerung, etc.

kutiert, die sich in der Praxis im MINT-Bereich ergeben werden. Zudem werden die derzeitigen Methoden zur Messung der Qualität von E-Learning vorgestellt, an denen sich alle in dieser Arbeit vorgestellten Maßnahmen orientieren und auch messen lassen müssen.

### **VI.1.1.E-Learning – das Erfolgsrezept zum Lernen und Lehren?**

Die flächendeckende Einführung des Internets – auch für Privatleute – hat anscheinend viele Bereiche des tagtäglichen Lebens „revolutioniert“; wenngleich zumeist auch nur begrifflich. Seit den 1990er Jahren wurden viele, bis dato vielleicht sogar schon als Anglizismen „modernisierte“ Begriffe um einen neuen Präfix erweitert: „e“. Dieses steht im Allgemeinen für die Kombination des ursprünglichen Themengebietes mit den Möglichkeiten der IT; aus dem Englischen stammend steht „e“ für „electronic“, also elektronisch (erweitert). Bekannte Beispiele dafür sind z.B. E-Business, E-Assessment, E-Portfolio, E-Science, ... und eben E-Learning. Die Verknüpfung der Begriffe macht deutlich, dass die so neu entstandenen Fachgebiete jeweils verschiedene thematische Facetten aufweisen und interdisziplinär betrachtet werden müssen; und, dass der Begriff „E-Learning“ keineswegs eindeutig ist. Dies ist schon anhand vieler synonym verwendeter Begriffe zu erkennen: „Online-Lernen“, „Tele-Lernen“, „multimediales Lernen“, „computergestütztes Lernen“, „Computer-based Training“, „Open Learning“ und „Distance-Learning“, etc. Diese Vielfältigkeit ergibt sich unter anderem aus der Tatsache, das E-Learning aus den Bereichen „Lehren/Lernen“ und IT entstanden ist: Es sind also Meinungen von Pädagogen, Psychologen und Technikern/Informatikern zu berücksichtigen und „unter einen Hut“ zu bringen. Dies gestaltet sich im Allgemeinen oftmals als schwierig, da die Gewichtung der thematischen Präferenzen, also welche Fachrichtung den Ton angibt und welche als „Hilfswissenschaft“ fungieren soll, sehr diskussionsbehaftet ist. Zusammenfassend kann aber schon einmal vorweg genommen werden, dass die komplette Abwesenheit eines der o.a. Fachexpertisen zu tendenziell „schlechteren“ Gesamtergebnissen führen wird.

#### **VI.1.1.1. Grundlagen von E-Learning**

Dem Begriff E-Learning kann man sich von verschiedenen Seiten oder Perspektiven nähern, da er in der Regel als Schlagwort für eine Ansammlung verschiedener Dinge genutzt wird und aufgrund seines interdisziplinären Charakters folglich diverse Ausprägungen bietet. So kann „E-Learning“ z.B. ein Oberbegriff für ein didaktisches Konzept, elektronisch verfügbare Inhalte, ein Projekt, eine konkrete softwaretechnische Umsetzung oder eine bestimmte Facette (wie z.B. Mobiles Lernen) stehen.

Um einer Vermischung von Bedeutungen und Zuständigkeiten entgegenzuwirken, bietet es sich an, den Bereich E-Learning zunächst in Unterbereiche zu zerlegen. E-Learning besteht demnach aus folgenden drei Bereichen:<sup>418</sup>

- **Konzept und Inhalt:** Entwurf und Planung des Konzepts sowie der didaktischen Strategie charakterisieren diesen Bereich, ebenso wie die konkrete Erstellung der eigentlichen Lerninhalte in Form von Lernmodulen. Dieser Bereich liegt im Themenfokus der Pädagogik, Didaktik, Psychologie und dem Institut, welche die Inhalte erstellt.
- **Technik:** Dieser Bereich beschränkt sich auf die softwaretechnische Umsetzung des zuvor geplanten Konzepts sowie das spätere Hosting der Inhalte und den Betrieb der Software. Die technische Umsetzung ist der Bereich der Informatik(er).
- **Service:** Hierbei handelt es sich um die spätere Einführung des E-Learnings, den Betrieb bzw. die Durchführung der Lehre, das Qualitäts- und Nachhaltigkeitsmanagement, Veränderung von Inhalten oder didaktischen Konzepten und weiteren organisatorischen und verwaltungstechnischen Aufgaben im Rahmen des Betreibens eines E-Learnings-Angebots. Insgesamt sind hier die obigen Akteure gleichermaßen gefordert. Zusätzlich sind hier aber auch noch folgende Bereiche involviert: (Geschäfts-) Führung, Verwaltung in Universitäten und Hochschulen oder die Politik, um entsprechende Rahmenbedingungen zu schaffen.

Natürlich müssen diese Bereiche in regem Austausch stehen, damit ein E-Learning-Projekt reibungslos und erfolgreich umgesetzt werden kann, da diverse Abhängigkeiten bestehen: Das Konzept beeinflusst die technische Ausgestaltung, die Softwareplattform und deren technische Möglichkeiten die Erstellung der Inhalte. Das Serviceteam nutzt bei der Sicherung der inhaltlichen Qualität sowohl die Inhalte als auch die Software, Änderungen im Sinne des Change-Managements wiederum bewirken eine rückwirkende Änderung der anderen beiden Bereiche. Koordiniert werden diese Bereiche in der Regel durch ein unabhängiges und handlungsfähiges Projektmanagement. Durch die Einteilung in diese einzelnen Bereiche geht die Interdisziplinarität allerdings keineswegs verloren; sie hilft aber, zwischen verschiedenen (Entwicklungs-) Stadien des E-Learnings oder dessen Umsetzung zu unterscheiden. Zunächst soll aber eine griffige Definition des Begriffs E-Learning angegeben werden, die einerseits allgemein genug ist, um die Meinungen der verschiedenen involvierten Gruppen zu repräsentieren und andererseits konkret genug, um im Folgenden darauf aufbauen und damit weiterarbeiten zu können. Eine Grunderkenntnis für das Verständnis von E-Learning sei allerdings vorab salopp erwähnt: „E-Learning hat mit normalem Lernen erst einmal nichts zu tun“.<sup>419</sup>

---

<sup>418</sup> Vgl. Mörbé et al. 2008

<sup>419</sup> Vgl. Woollard 2011, S. 4

### VI.1.1.1.1. Was ist „elektronisches Lernen“?

Eine Allgemeine und im Laufe der Zeit gewachsene und grundlegende Definition des Begriffs E-Learning findet sich in der deutschsprachigen Wikipedia: „Unter E-Learning (englisch für ‚electronic learning‘ = ‚elektronisch unterstütztes Lernen‘, wörtlich: ‚elektronisches Lernen‘), werden alle Formen von Lernen verstanden, bei denen elektronische oder digitale Medien für die Präsentation und Distribution von Lernmaterialien und/oder zur Unterstützung zwischenmenschlicher Kommunikation zum Einsatz kommen.“<sup>420</sup> Es liegt in der Natur des Begriffs, dass diese Definition sehr allgemein gehalten ist, da E-Learning aus sehr vielen Einzelaspekten und Umsetzungsformen bestehen kann. Eine erste Übersicht über diese Vielfalt gibt die in Tabelle 27 zusammengefasste Definition von E-Learning:

Was ist E-Learning?		
	Beschreibung	Form der Umsetzung
<b>What</b>	is a form of teaching, training or tutoring	CAL, CBL, CAI, CML, CBA, CAA
	it is a technology for teaching	IT, ICT, microcomputers, computers, PCs, laptops, web books, SMS, MMS
	is a facilitator of learning	MLE, VLE, PLE, LP, LMS, CMS, VIE, CMC, CSCL;
	sometimes through social interaction	social site, profile, 3Di, VW, avatar
<b>Who</b>	is for learners of all ages	two years and older, including the “silver surfers”
	is for all abilities	special educational needs to post-doctorate
<b>When</b>	is always available; or	24-7, web pages, Web 2.0, wiki, blog, forum, twitter, email, RSS, podcasting;
	is scheduled and time structured	Webinar, videoconferencing, web conferences, chat, chat rooms, internet messenger, e-conferences, virtual worlds
<b>Where</b>	is everywhere, accessible by the internet	WWW, email, IM, FTP, Available HTTPS, cloud technology, cyber-spaces
	is also provided through resources; and/or	presentation files, pdf, CD, DVD, audio files (e.g. MP3), video files (e.g. MP4), SMS (text) and MMS (media message service);
	can be integrated with face-to-face teaching	blended learning
<b>How</b>	through a computer	technology-enabled teaching, learning technologies, educational technology, technology-enhanced teaching
	through other technologies such as...	mobile-learning (m-learning), audio player, telephone, mobile telephone (GPRS/3G), internet-enabled mobile telephone, podcasting, vodcasting
<b>Why</b>	to enable personal advancement through informal engagement	inclusion: accessibility, convenience, user-friendly
	to support and complement formal tuition	personalization: student-centeredness, individualized
	to provide just enough, just in time support	learner-centered
	to provide tuition that takes place away from the classroom	open learning; life-long learning
	to meet learner expectations	financial expediency; efficiency; new markets

**Tabelle 27: Begriffsbeschreibung - Was ist E-Learning?**<sup>421</sup>

<sup>420</sup> Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/E-Learning>, aufgerufen am 18.07.2012

<sup>421</sup> Vgl. Woollard 2011, S. 3

Weitere Hinweise zur genaueren Begriffsbestimmung bzgl. der Facetten und Ausprägungen des E-Learnings bietet die folgende Übersicht über einige Facetten und Ausprägungen.

**“The range and diversity of technology-enabled learning**

- Computer-assisted learning (CAL) or computer-based learning (CBL) or computer-assisted instruction (CAI) are usually used to describe practice that pre-dates the worldwide web
- Computer-assisted assessment (CAA), computer-based assessment (CBA), e-assessment, portfolio (EP) all relate to the judgements of attainment and, occasionally, progress and mostly include feedback to the learner and teacher
- Virtual learning environment (VLE), managed learning environment (MLE), learning platform (LP), personalized learning environment (PLE), learning management system (LMS), content management systems (CMS) all refer to various ways in which the teaching materials are managed or presented in a coherent, pedagogically structured way – characteristically protected by a username/password login where the learner is called/identified by their username with no control over their accessibility rights and representation
- Computer-mediated communication (CMC): e-mail, webmail, text (SMS) and media message service (MMS), picture messaging – the learner is identified by a telephone number or email address
- Social networking through internet messaging (IM), MSN Messenger, twitter, Facebook, chat, chat rooms, where the learner is identified by a profile which they can modify
- Role-playing games (RPG), massively multiplayer online gaming (MMOG), massively multiplayer online role-playing games (MMORPG) utilized the virtual immersive environment (VIE) and 3D immersive applications (3Di), virtual worlds (VW) where the learner is represented by an avatar and can see themselves immersed in the learning environment
- Virtual reality (VR), augmented reality (AR)
- Web 2.0-related learning: web pages (HTML, HTTPS), wiki, web log (blog)
- Computer-mediated conferencing (CMC): e-conferences, webcast, webinar, video conferencing (VC)
- Media, presentations and publishing: pdf, CD, DVD, audio files, video files, MP3, jpeg, mov, Flash, QuickTime
- Technology-enabled learning: mobile learning (m-learning), web book, telephone, mobile phone, personal digital assistant (PDA), internet-enabled mobile phones (XDA), MP3 players, iPod, podcasting, vodcasting”<sup>422</sup>

---

<sup>422</sup> Woollard 2011, S. 7.

Die vorhergehende Übersicht und Tabelle 27 zeigen, dass es scheinbar verschiedene „Arten“ von E-Learning gibt, im Allgemeinen heute also verschiedene Ausprägungen oder Umsetzungsformen unter dem Oberbegriff E-Learning zusammengefasst werden. Einerseits sind hier insbesondere die didaktisch-psychologischen Grundsätze anzuführen, die sich mit Fragen rund um das Lernen an sich beschäftigen. Andererseits sind im Kontext der Informatik natürlich Facetten rund um die technische Umsetzung von didaktischen Plänen zu berücksichtigen. So geht z.B. eine andere aktuelle Definition mehr in diese Richtung und führt die Auslieferungswege der Lerninhalte zu den Lernern explizit an: „E-Learning is any form of teaching, training or tutoring designed to meet the needs of identified learners of any age and ability by scheduled or continual provision via the internet or mobile telephones, using electronic multimedia resources, computers and computer-based devices.“<sup>423</sup>

Eine andere Charakterisierung des E-Learnings, unterscheidet Facetten des E-Learnings anhand der Funktion und Art des Medieneinsatzes: „*E-learning by distributing*“, „*E-Learning by interacting*“ und „*E-Learning by collaborating*“. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die zugehörigen Eigenschaften:

<b>Leitfunktion</b> Medien zur	<b>E-Learning</b> durch	Anforderungen an den <b>Lernenden</b>	Aufgaben des <b>Entwicklers bzw. Medien-</b> <b>gestalters</b>	Rolle des <b>Lehrenden</b>
<b>Distribution</b> von Informatio- nen	Informationsrezeption + selbstgesteuerte Informationsverarbeitung	Selbststeuerungsfähigkeit; Medienkompetenz; ausreichendes Vorwissen; insgesamt hohe Anforderungen	Lernfreundliche Informationsgestaltung	Keine Person in der Rolle des Lehrenden erforderlich
<b>Interaktion</b> zwischen Nutzer & System	Angeleitete Informationsverarbeitung + selbstorganisiertes Üben	Motivation; Fähigkeit zur Selbstorganisation; insgesamt eher niedrige Anforderungen	Lernfreundliche Informationsgestaltung von Instruktionen, Übungen, Aufgaben, Feedback + Antworten	Lehrender als Lernberater oder Tele-Tutor möglich
<b>Kollaboration</b> zwischen Lernenden	Eigenständige Wissenskonstruktion + soziales Problemlösen	Selbststeuerungsfähigkeit; Medienerfahrung; soziale Fähigkeiten; insgesamt sehr hohe Anforderungen	Lernfreundliche Informationsgestaltung von Instruktionen, Aufgaben und inhaltlichen + sozialen Kontexten	Lehrender als Initiator und Moderator/Coach notwendig

**Tabelle 28: Verschiedene Varianten von E-Learning aus Sicht des Medieneinsatzes**<sup>424</sup>

Ältere Definitionsansätze gehen wiederum von einer grundsätzlichen Abgrenzung der Auslieferungsart der Lerninhalte aus und unterscheiden grob das „*Computer based Training*“, bei dem das Lernen durch lokal ausgeführte Lernprogramme (z.B. auf CD-ROMs) geschieht<sup>425</sup>, und das „*Web based Training*“, bei dem die Lernsoftware über das Internet bereitgestellt wird.<sup>426</sup> Im Allgemeinen sind E-Learning-Lösungen heute nahezu immer webbasiert.

<sup>423</sup> Woollard 2011, S. 2

<sup>424</sup> Reinmann-Rothmeier 2003, S. 35

<sup>425</sup> Vgl. Dittler 2011, S. 23ff

<sup>426</sup> Vgl. Kerres 2001, S. 14f



Zunächst kann also festgehalten werden, dass es sich bei E-Learning um eine Vermischung verschiedener Disziplinen handelt, mit dem Ziel, das Lernen durch elektronische Medien zu unterstützen. Dabei werden eine Vielzahl von Mechanismen und Strategien verwendet, die im allgemeinen Sprachgebrauch oft fälschlicherweise mit E-Learning gleichgesetzt und synonym verwendet werden. Richtiger wäre es, E-Learning als Oberbegriff zu verwenden und die verschiedenen „verschlagnworteten“ Strategien und Techniken als vielfältige Ausprägungen desselben zu verstehen. Eine Übersicht über Begriffe rund um das E-Learning und eine Strukturierung bietet folgende Übersicht<sup>427</sup>:

Begriff, Ausprägung oder Strategie	Beschreibung
<b>Formen von E-Learning</b>	
Virtuelle Lehre, E-Learning	Der Lehrbetrieb findet ausschließlich über das Internet statt
Blended Learning (deutsch: „integriertes Lernen“)	Die Vorteile von Präsenzunterricht und E-Learning werden in einem gemeinsamen Lehrplan kombiniert
Content Sharing	Webportale, die den Austausch von Lerninhalten bieten
Learning Communities	Personengruppen schließen sich über das Internet zu Lerngruppen zusammen und profitieren von gegenseitigem Austausch und einer breiteren Wissensbasis
Computer-Supported Cooperative Learning	Unterstützung von kooperativem Lernen durch webbasierte Informations- und Kommunikationsplattformen
Web Based Collaboration	Zusammenarbeit an einer Lernaufgabe/Problemstellung über das Internet
Virtual Classroom (virtuelles Klassenzimmer)	Kommunikationsmedium, um Lehrer und geographisch voneinander getrennte Schüler miteinander zu vernetzen
Problem based learning	Beim Problem basierten Lernen (auch „Case Study Method“ genannt) soll der Lernende Aufgaben anhand einer konkreten Problemstellung innerhalb des zu erlernenden Kontext eigenständig (ggf. mit einschlägiger Hilfestellung) lösen und so seine Problemlösungskompetenzen erhöhen.
Rapid E-Learning	Entstanden aus einer Kombination aus „E-Learning“ und „Rapid Prototyping“, sollen hier schnelle Lernerfolge bezogen auf ein konkretes Ziel erreicht werden.
Web Based Training (WBT)	Für die berufsbegleitende Weiterbildung über das Internet ausgelieferte Inhalte zum Einarbeiten in neuen Themenbereiche und Selbstkontrolltests (Multiple-Choice)
Computer Based Training (CBT)	Vorgänger vom heutigen E-Learning, bei dem die Lernmaterialien nicht über das Internet ausgeliefert, sondern via Datenträger lokal auf Computern installiert werden. Z.B CD-ROM.
<b>Technologien, Verfahrensweisen und Software</b>	
E-Learning-System	Ganz allgemein kann bei einem E-Learning-System von einem Softwarewerkzeug gesprochen werden, das E-Learning ermöglicht, also primär die Auslieferung von digitalen Inhalten (und teilweise auch deren Erstellung, Verwaltung und Verknüpfung) unterstützt. Eine Sonderform davon ist das LMS/LCMS, s.u.
Web- und Computerbasierte Trainingsanwendungen	Oberbegriff für Systeme, welche die Weiterbildung oder das Training bestimmter Inhalte ermöglichen. Diese können sowohl in Form von lokalen Applikationen, als auch webbasiert auftreten (= heute Quasistandard).
Autorensysteme/-Werkzeuge	Darunter werden Softwaresysteme verstanden, die die Erstellung von Lerninhalten für E-Learning unterstützen oder ermöglichen. Dies können Applikationen wie z.B. spezielle Editoren, „Office-Anwendungen“ (MS-Word, Open Office, o.ä.) oder aber auch webbasierte Lösungen sein.
Simulationen, Animationen	Durch eine graphische bzw. multimediale Aufbereitung von Lerninhalten kann das Verständnis komplexer Zusammenhänge vereinfacht werden. Bei Simulationen besteht zudem die Möglichkeit, in das Geschehen einzugreifen und Auswirkungen von eigenen

<sup>427</sup> Eigene Darstellung, vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/E-Learning>, abgerufen am 15.05.2012

	Thesen/Ideen in Bezug auf ein modelliertes System zu überprüfen, bzw. zu visualisieren.
Videokonferenz/Teleteaching	Mittel zur synchronen Kommunikation im Rahmen der Durchführung von Online-Lehrveranstaltungen. Tele-Teaching: Lehrer unterrichtet in Echtzeit via Videostream
Learning (Content) Management Systeme	Zumeist webbasierte Softwaresysteme, welche die Erstellung und Verwaltung von Kursen sowie Lernmodulen ermöglichen. Ebenso können Benutzer/Studierende im System verwaltet und mit Kursen/Stundenplänen verknüpft werden.
Digitale Lernspiele	Hier werden Lerninhalte didaktisch aufbereitet und in Form eines Spiels vermittelt. Durch Spaß und „spielerischen“ Umgang mit realen Themen soll die Motivation und somit der Lernerfolg erhöht werden.
Podcasts/Vodcasts/ Vorlesungsaufzeichnungen	Alternative Darreichungsform von Lerninhalten: In Form von Videos oder Audioaufzeichnungen werden spezielle Inhalte, teilweise sogar ganze Vorlesungen, digital/online zur Verfügung gestellt. Eine Vorlesung kann also nicht mehr „verpasst“ werden; sie steht jederzeit zum Abruf im Internet bereit.
Virtuelle Labore und Remote Labs	Insbesondere für MINT sind Laborübungen unumgänglich. Dafür werden simulierte („Virtuell“) oder reale Labore via Fernzugriff („Remote Access“) in die E-Learning-Anwendung integriert und so ein umfassenderes Lernerlebnis ermöglicht.

**Tabelle 29: Übersicht über mit E-Learning assoziierten Techniken und Umsetzungen<sup>428</sup>**

Im folgenden Verlauf dieser Arbeit soll unter E-Learning eine Zusammenfassung der obigen Definitionen angenommen werden.

*Definition E-Learning:* E-Learning ist die elektronische Unterstützung des Lernens, wobei im Hinblick auf die Umsetzung damit insbesondere die spezielle didaktische Aufbereitung und Erstellung von Lerninhalten für die Auslieferung auf elektronischen Medien und die zugrunde liegenden – jeweils aktuellen – technologischen und softwaretechnischen Plattformen gemeint sind.

Das Hauptaugenmerk wird in der folgenden Darstellung also die technische Seite einnehmen. Da im IT-Bereich sehr hohe Innovationszyklen vorliegen, müssen die jeweiligen „neuen Technologien“ und Trends natürlich eine adäquate Berücksichtigung finden. Sowohl bei der Entwicklung entsprechender IT-Umgebungen (Hardware/Software), als auch bei der Erstellung dafür geeigneter didaktischer Szenarien, Modelle und Strukturen. Weiterführende Verweise, Anregungen und zusätzliche Forschungsbedarfe anderer Disziplinen sind an entsprechender Stelle angeführt.

#### **VI.1.1.1.2. Geschichtliche Entwicklung von E-Learning**

Schon bevor die Ära des Personal-Computers begann und damit einhergehend kostengünstige und leistungsfähige Rechner in privaten Haushalten Einzug hielten, existierten verschiedenste Ansätze zur Unterstützung des Lernens (und der Aus- und Weiterbildung). So gab es bereits vor hunderten von Jahren Maschinen zur Unterstützung des Lernens (z.B. Lernmaschine „Leserad“ von Agostino Ramelli im Jahr 1588). Mit E-Learning hatten diese gleichwohl nichts zu tun, können aber als Vorläufer der heutigen Entwicklung angesehen werden – als

<sup>428</sup> Eigene Darstellung. Vgl. Niegemann et al. 2004 und vgl. Rey 2009

Verknüpfung des Lernens mit der zum jeweiligen Zeitpunkt zur Verfügung stehenden Technik. Die folgende Übersicht zeigt die relevante technische Entwicklung der IT der letzten Jahre und sich daraus (später) ergebende Möglichkeiten für E-Learning:

Zeitraum	Technische Entwicklung
1990er	Internet für Privathaushalte
	<b>Bedeutung für E-Learning:</b> Webbasierte Anwendungen werden möglich – also die Grundlage dessen, was Menschen heute unter „Internet“ verstehen (z.B. Google, Facebook, twitter, Amazon, YouTube, Wikipedia, etc.). D.h. im Speziellen: Webbasierte E-Learning-Lösungen können auf CD-ROM ausgelieferte Varianten ersetzen.
1990 – 1995	Introduction of laptop computers Major increase in storage memory devices and reduced costs (>1Gbyte for £40) Spread of wireless computer technologies Wires computer networks Air-mouse Development of video-conferencing
	<b>Bedeutung für E-Learning:</b> Durch die Einführung von mobile Geräten kommen die ersten Gedanken an „Mobiles Lernen“ auf.
1996 – 1999	Development of the electronic whiteboard Introduction of Personal Digital Assistants (PDAs) Universal growth of the uses of the Internet in education
	<b>Bedeutung für E-Learning:</b> Webbasierte E-Learning-Angebote verbreiten sich stark, alles im WWW unterliegt einem starken Hype, eine sehr starke finanzielle Förderung unterstreicht dies. Endet in einem „Börsen-Crash“, der auch viele E-Learning-Angebote verschwinden lässt.
2000 – 2004	Expansion of mobile hand-held technologies: PDAs, mobile phones, MP3 players Development of molecular computing technology Development of quantum computers Further increase in processing and storage of personal computers (5G storage memory, >256 MHz processor)
	<b>Bedeutung für E-Learning:</b> komplexere Anwendungen werden durch die generell stark gestiegene Rechnerperformance möglich.
2005 – 2009	Thin client technologies in schools and colleges Development of haptics devices for use in education Development of molecular computing technology Development of quantum computers Further increases in processing and storage of personal computers and miniaturization (10G storage memory, > 256k processor) Widespread access to wireless networks Web 2.0 technology Social software environments: e.g. Wikipedia, Second Life
	<b>Bedeutung für E-Learning:</b> Aufkommen der sozialen Vernetzung, die Akzeptanz von Web 2.0 (Facebook, Youtube, Wikipedia) steigt. Hohe Bandbreiten sind für lokale und mobile Geräte kostengünstig erhältlich.
2009 – 2013	Social Software: Facebook, Twitter Wide usage of mobile devices, Smartphones
	<b>Bedeutung für E-Learning:</b> Soziale Vernetzung ist technisch und in den Köpfen der Menschen etabliert. Diese Erwartungen werden auf E-Learning übertragen, z.B. in Form von kollaborativem Lernen. Da die Zahl der Nutzer des mobilen Internets rapide ansteigt, werden E-Learning-Angebote zwangsweise zum Mobile Learning (entsprechende Systeme müssen allerdings noch entwickelt werden)

**Tabelle 30: Entwicklung der IT und resultierende Möglichkeiten für E-Learning<sup>429</sup>**

<sup>429</sup> Eigene (verkürzte) Darstellung. Langfassung vgl. McDougall et. al, 2010, S. 19f,

Obwohl man tatsächlich seit dem Aufkommen der ersten Personalcomputer im Bildungssektor von E-Learning hätte sprechen können, beginnt dessen wirklich „populäre Zeit“ erst mit dem Aufkommen des Internets für die breite Masse (webbasiertes E-Learning wird möglich). Seitdem hat sich die Welt der Computer deutlich gewandelt, was sich insbesondere an stark veränderten Geräten (kleiner, schneller, Internetverbindung als Standard, etc.) und einer gestiegenen Selbstverständlichkeit in der Benutzung dieser zeigt – die IT ist in der Mitte der Gesellschaft angekommen. Der Begriff E-Learning bedeutete natürlich zu jeder Zeit das Gleiche – nämlich elektronisch unterstütztes Lernen –, allerdings in deutlich differierender Ausgestaltung und Umsetzung, eben orientiert an den zum entsprechenden Zeitpunkt vorhandenen oder meist genutzten IT-Innovationen und -Technologien. Eben diese natürliche Verschiedenheit und Abhängigkeit von technologischen Trends ist auch eine der größten Herausforderungen im Umgang mit E-Learning. So passiert es nicht selten, dass sogenannte „Fachleute“ in breit angelegte fundamentale Diskussionen über Idee, Durchführung und Qualität von E-Learning verfallen, dabei aber so manches Mal veränderte Facetten ignorieren und am wirklichen Kern des Themas vorbeireden. Denn die technische Innovation und die damit einhergehende veränderte Umsetzung, die insbesondere auch ein überarbeitetes (didaktisches) Konzept notwendig machen, finden bei diesen Debatten und Betrachtungen oftmals keine Berücksichtigung – insgesamt fehlt diesen Detaildiskussionen thematisch oft ein aktueller Bezug sowie ein übergreifender und ganzheitlicher Charakter. Denn durch die enge Verknüpfung von E-Learning mit der IT gilt insbesondere, dass ein technisches „Verweilen auf der Stelle“ bedeutet, den Anschluss zu verlieren. Ein somit sehr wichtiger Aspekt bei der Betrachtung des E-Learnings ist ein steter und genauer Blick auf die sich fortwährend ändernden Rahmenbedingungen, die durch die Innovationskraft im IT-Sektor entstehen. Die Arbeit im Forschungsfeld des E-Learnings muss sich also durch Aktualität und Flexibilität auszeichnen, um sich abzeichnende technologische oder gesellschaftliche Trends entsprechend erkennen und berücksichtigen zu können. Wie wichtig dies ist, zeigt z.B. das Aufkommen von Smartphones, die nach nur ca. 5 Jahren die komplette Nutzung des Internets revolutioniert haben. Auch im Lernsektor sind diese in Form neuer Szenarien bereits angekommen und in Form von „M-Learning“ etabliert – allerdings nur bei den wenigsten Angeboten. Die genaue Beobachtung neuer Strömungen und Trends gilt hier neben der Informatik natürlich auch für die anderen involvierten Disziplinen, da neue Techniken auch veränderte Lernszenarien (mit ggf. veränderten didaktischen Ausprägungen) erfordern. Die so entstehenden zusätzlichen Forschungs- und Entwicklungsaufgaben bilden wichtige Ansatzpunkte für die Erstellung des E-Learning-Rahmenwerks.

### VI.1.1.1.3. Vorteile, Nachteile und Chancen

Die Argumentation rund um den Einsatz von E-Learning in der (institutionellen) Aus- und Weiterbildung ist in vielen Fällen durch das Aufzählen der Vorteile und der zahlreichen Veränderungen im Vergleich zum Präsenzlernen geprägt. Um etwas mehr Transparenz in die Diskussion zu bringen, zeigt dieser Abschnitt Vor- und Nachteile sowie Chancen des E-Learnings auf. Die folgende Tabelle liefert eine Übersicht über entstehende **Vorteile**, bezogen sowohl auf den Lerner, also auch den Anbieter:

Vorteile des E-Learnings...	
Für Lernende	Für Anbieter (Institutionen oder Provider)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• „die flexible Organisation des Lernprozesses in Bezug auf Lernort, Lernzeiten, Lerndauer, Lernweg und Lerninhalte; [„Just-in-time-Learning“]</li> <li>• die Lernmotivation durch attraktive Multimediapräsentationen oder spielerische Lernszenarien steigern;</li> <li>• die kognitiv "einleuchtende" Darstellung komplizierter Lerngegenstände durch Visualisierungen, Animationen und Simulationen;</li> <li>• das Bereitstellen wirklichkeitsnaher, interaktiver Übungsumgebungen;</li> <li>• das Bereitstellen umfangreicher Wissensressourcen für das jeweilige Lernthema, (z.B. Glossare, Lexika, Bibliotheken, Linklisten, Literaturlisten);</li> <li>• das teamorientierte Lernen durch neue, über das Netz abgewickelte Kommunikations- und Kooperationsszenarien.“</li> <li>• „Individualisierung des Lernens: Ausbildungsziele und –schritte können vom Nutzer selbst bestimmt werden</li> <li>• Multimediale Techniken erleichtern den Zugriff auf Informationen in Datenbanken und elektronischen Bibliotheken und können zusätzliche Suchfunktionen bieten</li> <li>• Neue Formen der Telekooperation zwischen Lehrenden und Lernenden, aber auch zwischen Lernenden bzw. Lehrenden untereinander (in virtuellen Diskussionsforen oder Arbeitsgruppen) können Kreativität beim Lernen freisetzen und Expertenaustausch ermöglichen“<sup>430</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „die schnelle, örtlich unbegrenzte Distribution von Lernangeboten;</li> <li>• die schnelle und kostengünstige Aktualisierung von Lerninhalten;</li> <li>• die effiziente Produktion von neuen Lerninhalten;</li> <li>• die Wieder- und Weiterverwertung von einzelnen Lerninhalten;</li> <li>• erhebliche Einsparungen bei Reisekosten und Dienstausschfall in der betrieblichen Weiterbildung.“</li> <li>• „Wissen kann schneller publiziert und verbreitet werden</li> <li>• Entwicklung und Ermöglichung größerer Interdisziplinarität und Internationalität: Unterschiedlichste Fachbereiche verschiedener Länder und Universitäten können durch Tele-Learning leichter und fruchtbringender zusammen arbeiten und von- bzw. miteinander lernen.“</li> </ul>

**Tabelle 31: Überblick über Vorteile und Mehrwert durch E-Learning-Angebote<sup>431</sup>**

Dass diese Vorteile bestehen, ist unbestritten – zumindest bei idealtypischer Umsetzung der E-Learning-Lösung, welche die Anforderungen der Zielgruppen und andere zugehörige Restriktionen berücksichtigt. Dennoch ergeben sich auch beim Einsatz von E-Learning im Vergleich zu Präsenzunterricht („Face-to-Face“) einige **Nachteile** oder Herausforderungen:<sup>432</sup>

- „Der Lehrer oder Moderator verliert wichtige Instrumente, um das Verhalten der Lerner und der Lerngruppe einzuschätzen und zu beeinflussen.

<sup>430</sup> Vgl. <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/LERNEN/Elearning.shtml>, abgerufen am 20.06.2010

<sup>431</sup> Wache 2003, S. 3, erweitert um eigene Darstellung

<sup>432</sup> Eigene Darstellung. Vgl. dazu auch Knapper, Cropley 2000, S. 98, Wache 2003, S. 3

- Dem Lernenden fehlen [als Alleinlerner] wichtige Möglichkeiten, um vom Lehrenden und von Mitlernern motivierende und Verständnis fördernde Aufmerksamkeits- und Bestätigungssignale zu bekommen.
- Für alle Akteure in der Lernumgebung gibt es erhebliche Restriktionen:
  - differenziert auszudrücken, was man meint;
  - differenziert zu verstehen, was andere wie meinen;
  - die Kommunikationssituation einzuschätzen;
  - den Ablauf der Dialogführung zu koordinieren.
- Die Abwicklung von gleichzeitigen (synchronen) Gruppenkommunikationen ist für die Beteiligten kognitiv sehr anspruchsvoll, weil die gesamte Organisation des Kommunikationsprozesses über explizite, neu zu definierende Textsignale gesteuert werden muss.<sup>433</sup>
- „Soziale Austauschmöglichkeiten über Datennetze erreichen nicht die Qualität der Diskussionen und die Interaktionsangebote in Seminaren, trotz IRC, elektronischen Foren und Mailinglisten (fehlender persönlicher Kontakt zum Dozenten, keine Teilhabe am ‚sozialen Erlebnis lernen‘)
- Anonymisierung von Bildungseinrichtungen
- Standardisierung von Lehrinhalten nicht möglich
- Zusätzliche Kosten für Datenübertragung
- Fehlende oder mangelhafte Kriterien für die Beurteilung virtuell erbrachter Leistungsnachweise
- Mangelnde soziale und emotionale Akzeptanz von Computermedien in weiten Bevölkerungskreisen, bzw. traditionelle kulturpessimistische Haltungen gegenüber dem Einsatz ‚neuer‘ Medien in Hochschulkreisen [...], Tendenz: Problem schwächt sich ab]
- Große anfängliche Anforderungen an die Technikausstattung, sowie an die Nutzungskompetenz der Lehrenden, da Lehrmaterialien für das Internet neu konzipiert und mediengerecht aufbereitet werden müssen.<sup>434</sup>
- Die Erstellung von Lernmaterialien für die Verwendung im E-Learning-Kontext ist zeitaufwendig und kostenintensiv (besonders bei der Entwicklung multimedialer oder spezieller Angebote wie Animation, Simulation, Vorlesungsaufzeichnungen, etc.)<sup>435</sup>
- E-Learning ist keine Garantie für selbstbestimmtes Lernen: „In der Realisierung telemedialen Lernens wird das Selbstbestimmungspostulat jedoch karikiert: Weder auf inhaltlicher noch zeitlicher Ebene wird Selbstbestimmung vollzogen, im Gegenteil: Die

---

<sup>433</sup> Wache 2003, S. 4, erweitert um eigene Darstellung

<sup>434</sup> <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/LERNEN/Elearning.shtml>, abgerufen am 20.06.2010

<sup>435</sup> Vgl. Ehlers et al. 2003, S. 131f

neuen Flexibilitäten werden eher zu Lasten der Lernenden als ‚Effektivierung‘ (und damit auch Kürzung von Lernprozessen) verstanden. Die telemediale Form ist keineswegs ein Garant für selbstbestimmte Durchführung“<sup>436</sup>.

Die Frage bei der Abwägung der Vor- und Nachteile des E-Learnings wird nicht zu der Antwort führen, *ob* E-Learning einzusetzen ist, sondern *wie*. Die technologischen Trends – z.B. das Internet oder die mobilen Geräte – sind schon so fest in der Gesellschaft verankert, dass es nun abzuschätzen gilt, welche Nachteile bei einer Umsetzung von E-Learning entstehen und wie diese abgemildert werden können. Denn jedes E-Learning-Szenario ist anders: Verallgemeinerungen sind nicht ratsam, da in unterschiedlichen Kontexten manche der Nachteile weniger Gewicht haben werden. Grundsätzlich muss bei dieser Abwägung auch immer berücksichtigt werden, auf *wen* sich Nachteile negativ auswirken. Denn hier gibt es verschiedene Gruppen zu berücksichtigen (vgl. dazu auch III.4.1):

- **Lerner:** sollten in jedem Ausbildungssystem im Mittelpunkt stehen, die Nachteile sind weitestgehend von diesen fern zu halten
- **Anbieter:** Institutionen (Kosten, Organisation) und Dozenten (didaktische Schwierigkeiten, Aufwand für Lernmaterial, Verlust von Eigenschaften der Rolle „Lehrer“, etc.)
- **Allgemeine oder gesellschaftliche Auswirkungen und Probleme:** z.B. Verminderungen von Zugangsbarrieren und ernsthafte Berücksichtigung der Chancengleichheit (sozial, kulturell, „gender“, etc.)

In Bezug auf die Zielgruppenorientierung von E-Learning-Aktivitäten – zur Steigerung der für die konkrete Umsetzung relevanten Vorteile und Verminderung der Nachteile, sei auf das Kapitel III.4 im Rahmenwerk verwiesen, das detailliert auf die Interessenlage eingeht und Ansätze für die Skalierung des Angebots hinsichtlich heterogener Bedürfnisse vorstellt.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass E-Learning vielfältige Vorteile bietet und bereits ein Großteil der Nachteile (wie z.B. Zugangsbarrieren, teilweise Kosten) durch gesellschaftlichen und technologischen Wandel abgeschwächt wurde. Allerdings können einige der didaktischen Probleme oder solche, die durch die ausschließliche Art der elektronischen Auslieferung begründet sind, mit einem reinen E-Learning-Ansatz nicht gelöst werden. Vor allem sei hier auf die Probleme der Alleinlerner verwiesen (Vereinsamung, soziale Kompetenz, Motivationsprobleme, etc.). Um diesen zu begegnen, wird das Blended Learning eingeführt, das in Abschnitt VI.1.2 vorgestellt wird.

---

<sup>436</sup> Grotlüschen 2003, S. 278, vgl. Kocur 2009, S. 20f

Was bei idealtypischer Umsetzung und Abschwächung der o.a. Probleme bleibt, sind viele **Chancen**, die sich durch das elektronisch gestützte Lernen bieten. Die folgende Tabelle 32 gibt eine Übersicht über verschiedene Bereiche:

Technology	Students	Teachers	Management	The Third Party
Study Result Database	Comparison Motivation	Testing Transparency	Student analyses Quality System	Availability of Study results
Study Materials Database	Rich multimedia Learning-styles	Methodology Fast Adaption	Teacher Analyses Quality System	Transparent Institution
Communication Tools	Collaborative Creativity	Blended Learning Availability	Exchange Networks Standardization	Lifelong Learning

**Tabelle 32: Umsetzungschancen durch erfolgreiche E-Learning-Implementierungen<sup>437</sup>**

Vor allem sei die Erhöhung der Effizienz und Flexibilität des Studiums durch die Unabhängigkeit von Zeit und Ort sowie die vielfältigen kreativen und multimedialen Ansätze für Studierende und Dozenten vermerkt, die für das Individuum als erstes positiv bemerkbar sein werden. Weiterhin werden langfristig die Institutionen profitieren, die zu transparente(re)n Orten werden und durch verbreiteten Einsatz von IT und Webportalen trotz verschlankter Verwaltung ein höheres Servicepotential anbieten können.

Abschließend sei bemerkt, dass E-Learning auch große gesellschaftliche Chancen eröffnet: z.B. den Traum von der *überall (kostenfrei) verfügbaren Bildung für alle*, die zukünftig mitunter als Werkzeug gegen die soziale Ungerechtigkeit dienen könnte. Vor allem dann, wenn man den Blick vom eigenen Land oder den Industrienationen in Richtung der Schwellen- und Entwicklungsländer schweifen lässt. Hier können durch E-Learning mit relativ einfachen Mitteln Bildungsangebote für viele Menschen geschaffen werden, was mittel- bis langfristig zu großen politischen oder gesellschaftlichen Veränderungen führen kann und vielleicht sogar zur Verbesserung der dortigen Lebenssituation beiträgt.

#### **VI.1.1.1.4. Didaktische und psychologische Theorien und Grundlagen**

E-Learning als interdisziplinäres Forschungs- und Arbeitsfeld ist in erster Linie mit den Bereichen Psychologie, (Sozial-) Pädagogik, Erziehungswissenschaften und Informatik verbunden. Die geistes- bzw. gesellschaftswissenschaftlichen Disziplinen steuern beim E-Learning Theorien bzgl. der notwendigen Didaktik, Lehr- und Lernstrategien und auch das zugrunde liegende Menschenbild bei (Bereich „Konzept und Inhalt“, vgl. VI.1.1.1). Die Informatik kann hier als „ausführende“ Disziplin gesehen werden, die dafür zuständig ist, die als Konzept geplanten Anforderungen und Eigenschaften programmiertechnisch umzusetzen (Bereich „Technik“, vgl. VI.1.1.1). Zur Entwicklung, Anpassung oder Bewertung einschlägiger E-

<sup>437</sup> Kocur 2009, S. 21



Learning-Lösungen ist also ein genauer Blick – zumindest auf die relevanten Grundzüge – dieser Disziplinen notwendig (bei dieser Betrachtung ist die Informatik ausgeklammert).

Zunächst sollen dafür einige Begriffe definiert werden, allen voran einer der wichtigsten Begriffe im Rahmen der Aus- und Weiterbildung: das Lernen.

*Definition Lernen:* „Lernen ist ein Prozeß (!), durch den ein Organismus sein Verhalten als Resultat von Erfahrung ändert.“<sup>438</sup> Im Sinne des Lernens in einer Ausbildungssituation ist damit eine gewisse Zeitspanne gemeint, in der sich das Individuum mit einer Information oder einem Inhalt auseinandergesetzt hat, und als Ergebnis dieses Lernprozesses einen veränderten Wissens-, Erfahrungs- oder Kenntnisstand als zuvor besitzt.<sup>439</sup>

Das Lernen ist dabei eingebunden in die **Pädagogik**, die als Wissenschaft von der Theorie und Praxis von Bildung und Erziehung verstanden wird. Konkret soll „die Bildung“, die als „Formung der geistigen Fähigkeiten“ beschrieben wird, z.B. durch das Unterrichten von Menschen erreicht werden. Die dafür verwendeten Methoden sind in der *Didaktik* beschrieben.<sup>440</sup>

*Definition Didaktik:* Unter Didaktik versteht man die Theorie und Praxis des Lernens und Lehrens. Insbesondere ist damit die „Kunst des Lehrens“ gemeint und im Allgemeinen die dafür verwendeten Methoden, Werkzeuge und Techniken umschrieben.<sup>441</sup>

Ein Anteil der Psychologie am E-Learning ist die Berücksichtigung des „menschlichen Faktors“ in einer technisierten Lernumgebung. Allgemein wird versucht, eine Vorstellung davon zu bekommen, wie das Lernen funktionieren könnte. Ziel war und ist es, dies in einem formalen und einheitlichen System zusammenzufassen. So sind diese **Lerntheorien** oder auch **Lernparadigmen** entstanden:<sup>442</sup>

- **Behaviorismus:** „Behavioristische Lerntheorien sehen im Lernen eine Reiz-Reaktions-Abfolge, die entweder konditionierbar ist oder verstärkt werden kann [...]“, Ziel ist es, „geeignete ‚Stimuli‘ zu setzen und den Reaktionen ein angemessenes Feedback folgen zu lassen“<sup>443</sup>. „Behavior“ bedeutet „Verhalten“. Lernen ist nach dieser Theorie eine beobachtbare und messbare Verhaltensänderung, der Mensch/Lerner ein passives Wesen, das von Reizen gesteuert wird („Konditionierung“ oder „program-

---

<sup>438</sup> Gage, Berliner 1996, S. 230

<sup>439</sup> Vgl. Ebd., S.230

<sup>440</sup> Vgl. Meyer et al. 2008, S. 179

<sup>441</sup> Vgl. Meyer et al. 2008, S. 179

<sup>442</sup> Vgl. Woollard 2011, S. 14f und vgl. Seufert 2005, S. 17ff

<sup>443</sup> Reinmann-Rothmeier 2003, S. 36

mierte Instruktion“). Das Lernen ist von „außen vorgegeben“. Im E-Learning-Kontext tritt diese Theorie heute praktisch nicht mehr auf.<sup>444</sup>

- **Kognitivismus:** „Kognitivistische Ansätze sprechen dem Lernenden ein höheres Maß an Aktivität beim Lernen zu: Lernprozesse werden analog zum Computer als Prozesse der Informationsverarbeitung interpretiert, für die man nach Algorithmen sucht, die sich in Lehr-Lernsituationen anwenden lassen“<sup>445</sup>. „Kognitiv“ bedeutet mit Hilfe des Geistes. Der Wissenserwerb findet durch Verknüpfung von vorhandenen und neuen Kenntnissen statt. Lernen ist ein Prozess von äußeren Reizen (Stimuli) *und* inneren Faktoren des Lerner. In (elektronischen) Lernsystemen wird dies durch frei wählbare Lernwege, Übungsaufgaben, Selbsttests und manipulierbare Simulationen umgesetzt. „Kognitive Lerntheorien werden vornehmlich aufgrund ihrer Vernachlässigung sozialer, motivationaler und emotionaler Aspekte kritisiert, die im Lernprozess eine bedeutende Rolle spielen.“<sup>446</sup>
- **Konstruktivismus:** „Lernen wird im Konstruktivismus als Prozess der eigenaktiven Wissenskonstruktion gesehen, der individuell und selbstgesteuert abläuft und von außen allenfalls angeregt und unterstützt, aber weder gesteuert noch kontrolliert werden kann.“<sup>447</sup> Es handelt sich um einen vielschichtigen Lernbegriff, bei dem der Lernprozess überwiegend auf „Erleben, Interpretieren und Konstruieren“ basiert. Obwohl diese Theorie im Allgemeinen sehr populär ist, wird oft kritisiert, dass ausschließlich selbstgesteuerte und auf Entdecken orientierte Lernprozesse in komplexen Lernumgebungen viele Lerner überfordern, während durch „angeleitetes Lernen“ bessere Lernergebnisse erzielt werden konnten.<sup>448</sup>
- Eine neue Strömung, die noch nicht als allgemeine Lerntheorie bezeichnet wird, ist der sog. **Konnektionismus**. Dabei wird versucht, das menschliche Lernen durch *neuronale Netze*, die aus Knoten und gewichteten Kanten bestehen, nachzubilden. Durch wiederholte Dateneingabe, verändert sich das Netz, es wird gelernt. Neuronale Netze weisen Gemeinsamkeiten mit kognitiven Modellen auf, sind aber bislang noch wenig etabliert und in der Kritik, keine richtige Abbildung des menschlichen Lernens liefern zu können.<sup>449</sup>

---

<sup>444</sup> Vgl. Rey 2009, S. 32

<sup>445</sup> Reinmann-Rothmeier 2003, S. 36

<sup>446</sup> Rey 2009, S. 33

<sup>447</sup> Reinmann-Rothmeier 2003, S. 36

<sup>448</sup> Vgl. Rey 2009, S. 34

<sup>449</sup> Vgl. Rey 2009, S. 34f

Für die Berücksichtigung derartiger Theorien innerhalb von konkreten Lernumgebungen ist es nun nötig, diese in Bezug auf das Individuum einzuordnen. Die derzeitige Vorstellung der Psychologie geht dabei von einer Kategorisierung mit folgenden Eigenschaften aus:

Kategorie	Behaviorismus	Kognitivismus	Konstruktivismus
Hirn ist ein	passiver Behälter	Informationsverarbeitendes "Gerät"	Informationell geschlossenes System
Wissen wird	abgelagert	verarbeitet	konstruiert
Wissen ist	Eine korrekte Input-Output-Relation	ein adäquater interner Verarbeitungsprozess	mit einer Situation operieren können
Lernziele	richtige Antworten	richtige Methoden zur Antwortfindung	komplexe Situationen bewältigen
Paradigma	Stimulus-Response	Problemlösung	Konstruktion
Strategie	lehren	Beobachten und lehren	kooperieren
Lehrer ist	Autorität	Tutor	Coach, (Spieler) Trainer
Feedback	extern vorgegeben	extern modelliert	intern modelliert

**Tabelle 33: Übersicht über Lernparadigmen und Verhalten<sup>450</sup>**

Trotz obiger Annäherung gibt es noch keine Theorie, die das Lernen in seiner Gesamtheit erfassen würde; ob sich dies (in Kürze) ändert, ist fraglich. Derzeit existieren diese drei grundsätzlichen Theorien parallel und didaktische Ansätze greifen auf Teile davon zurück.

Nach der Betrachtung der Theorien des Lernens sollen nun die Individuen im Lernprozess, die Lerner selbst, betrachtet werden. Da jedes Individuum durch einen eigenen Willen, Erfahrungen und Gefühle beeinflusst wird, geht man davon aus, dass auch jeder seine eigenen Ansprüche, Präferenzen, Techniken oder Stile in Bezug auf das Lernen hat. Dazu sind verschiedene Modelle entstanden, die unterschiedliche **Lernstile** beschreiben sollen. Eines der bekanntesten ist die Lernstiltheorie von Kolb<sup>451</sup>, der diese Lernstile unterscheidet:

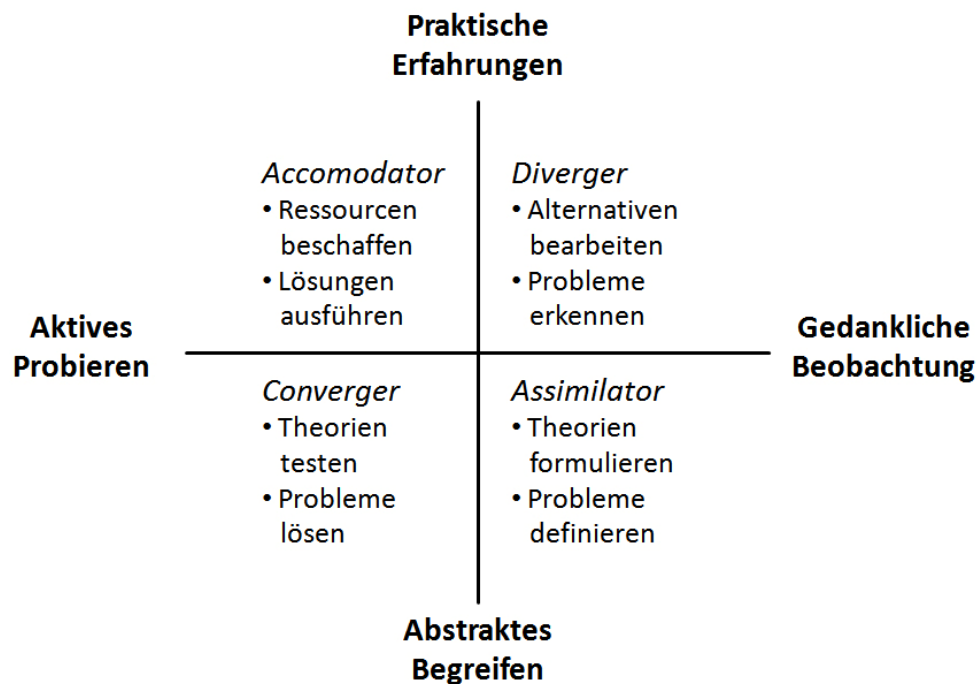
- **„Divergierer“:** bevorzugen konkrete Erfahrung und reflektiertes Beobachten. Ihre Stärken liegen in der Vorstellungsfähigkeit. Sie neigen dazu, konkrete Situationen aus vielen Perspektiven zu betrachten und sind an Menschen interessiert. Sie haben breite kulturelle Interessen und spezialisieren sich oft in künstlerischen Aktivitäten.
- **Assimilierer:** bevorzugen reflektiertes Beobachten und abstrakte Begriffsbildung. Ihre Stärken liegen in der Erzeugung von theoretischen Modellen. Sie neigen zu induktiven Schlussfolgerungen und befassen sich lieber mit Dingen oder Theorien als mit Personen. Sie integrieren einzelne Fakten zu Begriffen und Konzepten.

<sup>450</sup> Baumgartner 1994, S. 110

<sup>451</sup> Vgl. Kolb 1985

- **Konvergierer:** bevorzugen abstrakte Begriffsbildung und aktives Experimentieren. Ihre Stärken liegen in der Ausführung von Ideen. Sie neigen zu hypothetisch-deduktiven Schlussfolgerungen und befassen sich lieber mit Dingen oder Theorien (die sie gern überprüfen) als mit Personen.
- **Akkomodierer:** bevorzugen aktives Experimentieren und konkrete Erfahrung. Ihre Stärken liegen in der Ausgestaltung von Aktivitäten. Sie neigen zu intuitiven Problemlösungen durch Versuch und Irrtum und befassen sich lieber mit Personen als mit Dingen oder Theorien. Sie verlassen sich mehr auf einzelne Fakten als auf Theorien.“<sup>452</sup>

Eine graphische Darstellung dieser unterschiedlichen Typen ist in Abbildung 58 angegeben.



**Abbildung 58: Lernstile nach Kolb<sup>453</sup>**

Zudem können für Lerner individuelle Wahrnehmungstypen unterschieden werden, die beschreiben, welche die bevorzugte Wahrnehmungsquelle ist, mit welchen Medien dieser also am effektivsten Lernen kann:<sup>454</sup>

- **Auditiver Typ** (hören): Lernen am effektivsten, wenn die Inhalte gesprochene Vorträge, Tondokumente, CDs, selbstgesprochene Inhalte, etc. sind
- **Visueller Typ** (bildliches Sehen): Lernen überwiegend mit dem visuellen Gedächtnis. Bevorzugte Medien sind Skizzen, Bilder, farbige Markierungen, optische Hilfsmittel aller Art, etc.

<sup>452</sup> <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/LERNEN/LernstileKolb.shtml>, abgerufen am 16.10.2012

<sup>453</sup> <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/LERNEN/LernstileKolb.shtml>, abgerufen am 16.10.2012

<sup>454</sup> <http://www.topos-online.at/html-texte/wahrtyp.htm>, abgerufen am 16.10.2012

- **Auditiv-Digitaler Typ** (Zahlen, Daten, Fakten): Lerner sind eher Logiker, die beim Lernen Inhalte bevorzugen, die aus vielen Daten bestehen, deren Querverbindungen und Zusammenhänge ersichtlich sind.
- **Kinästhetischer/Haptischer Typ** (tasten, fühlen, anfassen): Mit dem Lernerfolg ist das Anfassen, Fühlen und Bewegen verbunden – „begreifen durch begreifen“ (Für E-Learning weniger interessant.)
- **Olfaktorischer Typ**: Dieser Typ bevorzugt Gerüche (für eine E-Learning-Umsetzung aufgrund fehlender Techniken zur Umsetzung wenig interessant.)

Die Berücksichtigung der *Existenz* dieser verschiedenen Wahrnehmungstypen ist sicherlich von Vorteil. Im Rahmen einer konkreten Umsetzung ist allerdings problematisch, dass man in der Regel nicht wissen wird, welche(r) dieser Typen auf einen Lerner zutreffen/zutrifft. Im Vergleich dazu kann ein zu entwickelndes E-Learning-System gezielt auf bestimmte Lerntheorien hin ausgerichtet werden, wie Abbildung 59 zeigt:

Learning Theorie	Auswirkung	Technik/Verfahrensweise
<b>Behaviourist</b>	Environment	<ul style="list-style-type: none"> <li>• computer software interface design;</li> <li>• interactivity and feedback;</li> <li>• reward and punishment;</li> <li>• task analysis, sequencing learning experience</li> </ul>
<b>Behaviourist and Constructivist</b>	Social	<ul style="list-style-type: none"> <li>• e-training;</li> <li>• social networking, personalized learning;</li> <li>• collaborative learning: WIKI, blog, forum, IM, email;</li> <li>• fostering communities of practice;</li> <li>• e-teaching, e-mentoring and e-tutoring styles;</li> </ul>
<b>Constructivist and Cognitivist</b>	Cognition	<ul style="list-style-type: none"> <li>• motivation and engagement;</li> <li>• de Bono learning hats, learning style;</li> <li>• intelligence, g-factor;</li> <li>• multiple intelligences;</li> </ul>
<b>Cognitivist</b>	Development	<ul style="list-style-type: none"> <li>• piagetian development stages;</li> <li>• emotional development;</li> <li>• e-safety and safe guarding, ethical aspects;</li> <li>• identity and personality;</li> <li>• moral development;</li> </ul>

**Abbildung 59: Lerntheorien und E-Learning<sup>455</sup>**

Eine längere Einführung in die Grundlagen soll an dieser Stelle nicht gegeben werden. Bei der Planung einer E-Learning-Strategie sind aber entsprechende Faktoren zu berücksichtigen und dafür ggf. fachliche Meinung dieser Richtungen einzubeziehen. Dass es im Rahmen von Ausbildung und Lernprozessen generell wichtig ist, auf die Individuen, ihre Unterschiede und speziellen Anforderungen einzugehen, ist eine von der Allgemeinheit unterstützte Annahme. Der folgende Abschnitt zeigt auf, warum dies gerade im Rahmen von E-Learning wichtig ist.

<sup>455</sup> Tabelle komplett übernommen aus Woollard 2011, S. 15

#### **VI.1.1.1.5. Diversität der Studierenden vs. Interaktivität und Adaptivität**

Im Abschnitt zuvor wurden kurz erziehungswissenschaftliche und psychologische Aspekte des E-Learnings angeführt. Es wurde gezeigt, dass es für das Lernen und den Lernerfolg wichtig sein kann, eine elektronische Lernumgebung mit verschiedenen Varianten des Lernens auszustatten und generell zu versuchen, auf das lernende Individuum einzugehen. Zunächst mag es etwas sonderbar klingen und eine Umsetzung ist kompliziert (manche sagen unmöglich), allerdings muss die E-Learning-Software jeden Lerner als Individuum betrachten, das ureigene Anforderungen an das System stellt. Zur (stärkeren) Berücksichtigung des „menschlichen Faktors“ gibt es im Rahmen der Umsetzung von E-Learning theoretisch vielfältige Möglichkeiten. Einige dafür geeignete Mittel sind z.B. die Berücksichtigung von Adaptivität, Interaktivität und Usability im E-Learning-System. Dies wird in diesem Abschnitt vorgestellt.

Dafür werden zunächst einige informelle Eigenschaften aufgelistet, die das E-Learning bzw. das dafür verwendete Software-System aufweisen soll:<sup>456</sup>

- **Allgemein:** Umgebung schaffen, die das selbständige, effektive Lernen positiv unterstützt
- **Psychologische bzw. soziale Komponente der Software:**
  - Verschiedenheit von Menschen berücksichtigen: z.B. in Schwierigkeitsgrad, Darstellung, Lernstil und -geschwindigkeit
  - Kooperatives Lernen bzw. Gruppenarbeit unterstützen
  - Verschiedene Darstellungen der Oberflächen und Inhalte (je nach Geschmack oder Empfinden)
- **Aufbereitung der Inhalte:**
  - Klare Gliederung und Darstellung der Inhalte (roter Faden)
  - Alternative Darstellungen von Materialien und Querverweisen
  - Mediale Aufbereitung: Verwendung von Bildern, Graphiken, Animationen, Simulationen sowie Audio- und Videodokumenten
  - Übungsaufgaben sind Teil der Lernmaterialien (helfen beim Verstehen)
  - Berücksichtigung unterschiedlicher Schwierigkeitsgrade
  - Variable Reihenfolge der Lektionen

Diese Aufstellung zeigt, dass viele dieser „Wünsche“ darauf ausgelegt sind, die speziellen Bedürfnisse eines jeden Lerners zu befriedigen – insbesondere unter Berücksichtigung der Verschiedenheit der Menschen an sich.

---

<sup>456</sup> Eigene Darstellung, vgl. dazu auch Niegemann et al. 2004, S. 53ff

In der E-Learning-Forschung spricht man von der „**Diversität der Studierenden**“ und meint damit die Vielfalt der Studierenden, die persönlichen Eigenheiten eines jeden lernenden Individuums. Einfach gesagt werden darunter alle Eigenschaften beschrieben, die einen Menschen von einem anderen unterscheiden. Dies kann z.B. das Alter sein, die Herkunft, die (Mutter-) Sprache, die Kultur, das Geschlecht, die Vorbildung oder Berufserfahrung, die persönlichen Interessen, Vorlieben in Bezug auf Lernstile oder Lernarten sowie andere Ausprägungen des persönlichen (Lebens-) Stils.<sup>457</sup> Konkret bezogen auf das (berufsbegleitende) Lernen müssen „unterschiedliche Sozialisationen, unterschiedliche Lernbiographien, unterschiedliche Lernstile und Lernverhaltensweisen, vermutlich eine stärkere Berufserfahrung und eine geringere Wissenschaftsorientierung“ berücksichtigt werden.<sup>458</sup>

Um die Vielfalt der Studierenden direkt auf Systemebene zu berücksichtigen sind verschiedene Maßnahmen vorstellbar, die unter dem Begriff **Adaptivität** zusammengefasst werden. Darunter versteht man die Anpassung des Systems oder der Systemeigenschaften an den jeweiligen Benutzer. Im E-Learning beispielsweise reagieren *adaptive Lernsysteme* auf den Benutzer, passen sich zur Laufzeit an diesen an und variieren automatisch (z.B. anhand der Kontrolle des Lernfortschritts oder Zwischentests) die Materialienart, Lernzeit, Sequenz, Aufgabenpräsentation oder Schwierigkeitsgrade.

Im Allgemeinen können folgende Varianten der Adaptivität unterschieden werden:<sup>459</sup>

- **Schnittstellen-Adaptivität:** Erscheinungsbild, „Look-and-Feel“ der Lernoberfläche, Sprache, Barrierefreiheit, etc. Relativ einfach umsetzbar und sehr sinnvoll.
- **Statische Lerner-Adaptivität:** Ist bezogen auf individuelle Lernende und ihre ureigenen Eigenschaften, die zu Beginn des Lernprogramms durch Abfrage des Lernenden oder durch Testen individuelle Merkmale ermittelt, daraufhin Maßnahmen der Selektion und Sequenzierung der Inhalte vornimmt und so das Lernprogramm umkonfiguriert. Es handelt sich dabei um eine nicht dynamische „Personalisierung“ des Lernprogramms. Dies kann z.B. zu Beginn einer Lerneinheit durch einen „Einstufungstest“ erfolgen.<sup>460</sup>
- **Dynamische Lerner-Adaptivität:** „Intelligente“ Lerner-Adaptivität, die erstens die Eigenarten des Lernenden im Prozess des Lernens selbst ermitteln und zweitens Schlussfolgerungen und daraus resultierende methodische Konsequenzen unmittelbar während des Lernprozesses steuern will.

---

<sup>457</sup> Schulmeister 2006, S. 74, 76ff

<sup>458</sup> Schulmeister 2006, S. 74

<sup>459</sup> Vgl. Schulmeister 2004, S. 115ff

<sup>460</sup> Vgl. Rey 2009, S. 180

Grundsätzlich ist die Berücksichtigung von Adaptivität in einer E-Learning-Lösung nachvollziehbar. Denn in Online-Lernumgebungen können Lerngruppen angenommen werden, die den Grad der Heterogenität von realen Gruppen (Schulklasse, Seminargruppe) deutlich übersteigen, da sie tendenziell eine höhere Altersverteilung, andere Motive zum Studieren bzw. Weiterbilden aufweisen und das Lernen in unterschiedlichen Kontexten gelernt haben. Möglicherweise kommen sie aus unterschiedlichen Ländern, haben einen unterschiedlichen sozialen oder kulturellen Hintergrund.

Allerdings ist die Berücksichtigung der Adaptivität als Antwort auf die Diversität der Studierenden nicht immer möglich oder sinnvoll. Im Folgenden sind einige Argumente angeführt, die gegen adaptive Systeme sprechen:

- „Die Zahl der Variablen und ihrer Interaktion ist viel zu hoch, als dass wir sie je wirklich erfassen können.
- Die Passung von Lehrmethoden zu Lernstilen entbehrt einer vernünftigen Grundlage. Es gibt kaum brauchbare Erkenntnisse in der Forschung zur Passung von Lernervariablen und Instruktionsmethoden.
- Die Lücke zwischen theoretischen Annahmen und pragmatischen Entscheidungen ist bekanntlich nicht durch einfache Deduktion zu schließen, sondern von Werturteilen geleitet“<sup>461</sup>.
- „Muss Wissen unterschiedlich präsentiert werden, wenn Lerner unterschiedlich sind? Besser: Lerner sollen die Freiheit haben, die Präsentationsform (Text, Multimedia, etc.) wählen zu können oder die Reihenfolge der Lernobjekte, die ihnen am meisten zusagt; die sie am besten verstehen können.
- Warum sollten lernrelevante Variablen, wie Anordnung/Aufbereitung der Inhalte anhand eines Vorabtests gesetzt und das Lernprogramm dahingehend dynamisch angepasst werden, zumal vieles davon kontext- und situationsabhängig ist und erst mit der Beschäftigung der Inhalte entscheidbar wird.
- Es spielen noch weitere Faktoren eine Rolle, die nicht in Tests gefragt/geprüft werden (Lernerfahrung, Motivation, Einstellungen, Interesse, Selbstreflexion, etc.).
- Zu viele Variablen, deren Verknüpfung miteinander so viele Daten und Möglichkeiten generiert, sodass kaum noch eine sinnvolle Auswertung möglich ist“<sup>462</sup>.

Die Konzipierung von adaptiven Lernsystemen zur Aufhebung der Diversität erscheint also aus den oben angegebenen Gründen eher unrealistisch. Und selbst wenn dies technisch möglich und sinnvoll wäre, ist ein enormes Budget für eine Umsetzung erforderlich. Schulmei-

---

<sup>461</sup> Schulmeister 2004, S. 130

<sup>462</sup> Schulmeister, R. 2004, S. 129f



ter<sup>463</sup> schlägt als Lösung der Problematik der Diversität der Studierenden sein Konzept der sog. „offenen Lernsituationen“ vor. Hierbei handelt es sich um hoch interaktive Lernsysteme, die dem Lerner sehr viele Freiheiten bei der Benutzung einräumen, insbesondere bei der Nutzung der Lernobjekte (Inhalte), sodass ein Experimentieren damit möglich wird und so der individuelle – eigene, „richtige“ – Lernstil gefunden werden kann.<sup>464</sup> Sozusagen überlässt man bei diesem Ansatz die Steuerung der Adaptivität dem Lernenden selbst. Die Schwierigkeit dabei ist allerdings, dass das didaktische Konzept und die Inhalte entsprechend dafür entwickelt sein müssen. Hervorzuheben ist bei der Diskussion rund um das Thema Adaptivität im Allgemeinen nur, dass die Lernenden eine stark heterogene Gruppe sind, deren Bedürfnisse – jeweils – mit in die Überlegungen einbezogen werden müssen.

## Interaktivität

Es ist wünschenswert, dass E-Learning-Systeme dem Benutzer regelmäßige Rückmeldungen geben, sie sollen **interaktiv** sein. *Interaktion* bezeichnet dabei das „wechselseitig aufeinander Einwirken zweier Subjekte“<sup>465</sup>. Im Kontext einer E-Learning-Anwendung bedeutet das, dass auf die Handlung eines Benutzers (=Lerners) eine Antwort in Form einer systemgenerierten Nachricht („Feedback“) folgt, um erkennbar zu machen, dass sich der Systemzustand durch eine Manipulation verändert hat. Im Fall der Bearbeitung einer Lernaufgabe ist dies im einfachsten Fall z.B. die Anzeige von „richtig/falsch“, eine generelle Rückmeldung des Systems könnte „Änderungen gespeichert“ sein. Interaktivität ist eine wichtige Eigenschaft innerhalb von Softwaresystemen und liefert im Kontext des E-Learnings folgende positive Effekte:<sup>466</sup>

- **Motivieren:** Systemgenerierte oder persönliche Nachrichten, die positive Stimmung fördern, Demotivation vermeiden
- **Informieren:** Hinweise auf Wissenslücken und Denkfehler als Ergebnis von Tests, Feedback über Lernfortschritte und -erfolge
- **Verstehen fördern:** alternative Darstellungen, Querverweise, Links
- **Behalten fördern:** "Üben" durch Aufgaben oder Verknüpfen mit anderen Inhalten zur Bildung von Zusammenhängen
- **Anwenden bzw. Transfer fördern:** Durch Beispiele praktische Anwendungsmöglichkeiten verdeutlichen, reale Transferaufgaben
- **Lernprozess organisieren und regulieren:** Rückmeldung des Systems, Sitemaps,

---

<sup>463</sup> Vgl. Schulmeister, R. 2004

<sup>464</sup> Vgl. Schulmeister, R. 2004, S. 131ff

<sup>465</sup> Niegemann et al. 2004, S. 109

<sup>466</sup> Vgl. Niegemann et al. 2004, S. 100f

Kalenderfunktion zum Zeitmanagement, statistische Auswertung des bisherigen Lernfortschritts, Bookmarks, etc.

Die motivationssteigernden Eigenschaften der Interaktivität sind unbestritten. Allerdings sind systemgenerierte Nachrichten nicht mit realen (von Menschen erstellten) vergleichbar, da der Lerner erstere schnell als „Standard“ erkennen kann und der positive Effekt so nicht zwangsläufig lange anhalten muss. „Interaktivität“ beschreibt auch die Anzahl oder das Ausmaß interaktiver Elemente in einer E-Learning-Anwendung. Dabei gilt es die Balance zu wahren: Gar keine Systemrückmeldungen wirken wenig motivierend, zu viele können schnell als störend und somit wiederum als demotivierend empfunden werden. Aktuelle Umsetzungen von E-Learning-Software (VI.1.1.1.8) berücksichtigen in der Regel einfache Formen der Interaktion. Bei älteren Systemen kann eine Nachrüstung aufwendig sein, lohnt sich in der Regel aber.

## **Feedback**

Bei der Interaktion zwischen Lernern und E-Learning-Systemen entstehen regelmäßig Rückmeldungen oder engl. *Feedback*. Dieses gibt es sowohl für den Lerner (systemgeneriert oder persönlich) als auch für Anbieter, Dozenten oder Autoren (z.B. bzgl. der Lerninhalte, Prüfungen, etc.). Im Rahmen von E-Learning kann dabei grundsätzlich zwischen folgenden Arten des Feedbacks unterschieden werden:

- **„Evaluatives Feedback:**
  - Belohnung oder Bestrafung
  - Anerkennung oder Missbilligung
- **Deskriptives Feedback:**
  - Information über die Richtigkeit einer Antwort (richtig, falsch)
  - Erklären, warum eine Antwort richtig oder falsch ist
  - Dem Lerner mitteilen, was er geleistet hat und was nicht
  - Einen besseren Weg zur Zielerreichung aufzeigen
  - Verschiedene Wege aufzeigen, wie sich ein Lerner verbessern kann<sup>467</sup>

Bei einer Umsetzung muss genau geprüft werden, wann welches Feedback sinnvoll ist und wer dieses Feedback sinnvollerweise gibt (System, reale Person). Bei der Planung dieser Fragestellungen hilft z.B. ein Instruktionsdesigner (vgl. III.6.3).

---

<sup>467</sup> Niegemann et al. 2004, S. 230

## Aspekte der Usability und Barrierefreiheit

Der Begriff *Usability* beschreibt, im Kontext von Software, die einfache Benutzbarkeit oder Bedienbarkeit eines Produkts. Bezogen auf E-Learning kann das bedeuten, dass Weboberflächen so gestaltet sein müssen, dass sich möglichst alle darin zurechtfinden und ohne Einarbeitung/Anlernung möglichst gleich effizient damit arbeiten können. Erweitert man diese Forderung noch um die Barrierefreiheit, können weitere Schranken bei der Benutzung des Systems abgebaut werden und so einfache Möglichkeiten der Anpassung des Systems an den Benutzer realisiert werden, wie z.B. Einstellungen von Farben, Schriften, Schriftgrößen, Layout-Templates, Kontrasten, etc. (vgl. „Schnittstellen-Adaptivität“). Ein großer Vorteil dieser Variante ist, dass sie relativ einfach und kostengünstig umsetzbar ist.

In diesem Abschnitt wurden Adaptivität, Interaktivität, offene Lernsysteme sowie die Berücksichtigung von Usability-Aspekten und Barrierefreiheit als Ausgleich für die Diversität der Studierenden vorgestellt. Wenngleich viele davon im Rahmen der Umsetzung einer E-Learning-Strategie unrealistisch sind (Budget, Kosten/Nutzen, etc.) und es so gestaltete „One-size-fits-all“-Lernprogramme ohnehin in der Praxis nicht gibt, müssen zur Erhöhung der Qualität des E-Learning-Angebots geeignete Maßnahmen, wie z.B. offene Lernsysteme, erwogen werden.<sup>468</sup>

### VI.1.1.1.6. M-Learning und andere innovative Facetten von E-Learning

Da der zuvor vorgestellte Begriff des „klassischen“ E-Learnings zu großen Teilen an vorherrschende Techniken gebunden ist, die sich naturgemäß in einem stetigen Wandel befinden, ist es offensichtlich, dass auch die zugehörigen hardware- sowie softwaretechnischen Ausprägungen und Umsetzungen nicht fixiert sein können. So entstehen in kürzeren Abständen neue und veränderte Varianten und Trends, die das elektronische Lernen beeinflussen. Die derzeit am meisten diskutierten sollen hier kurz vorgestellt werden. Die Liste ist aus oben angegebenen Gründen nicht endgültig oder abgeschlossen, sondern einer fortwährenden Veränderung unterworfen.

## M-Learning

M-Learning ist eine Abkürzung für den Begriff „Mobile Learning“. Darunter versteht man heute das „Lernen, das stattfindet, wenn Lerner die Vorteile der Lernmöglichkeiten nutzen, die durch mobile Technologien geboten werden“<sup>469</sup> In der Regel handelt es sich dabei um die

---

<sup>468</sup> Vgl. Schulmeister, R. 2004, S. 113

<sup>469</sup> frei nach <http://de.wikipedia.org/wiki/M-Learning>, Abgerufen am 03.02.2012

Auslieferung der Inhalte auf einem mobilen Endgerät, wie z.B.<sup>470</sup>

- Mobiltelefone (Ältere Generationen mit WAP-Internet)
- Smartphones (Apple iPhone, Android-OS-Geräte, Symbian OS, Windows-Mobile-OS-Geräte, Blackberry, etc.)
- PDAs
- Netbooks, Notebooks, Laptops
- Tablet-PCs (Apple iPad, Android-Geräte, Windows Mobile-Geräte, etc.)
- Mp3-Player (Apple iPod, diverse andere Fabrikate)
- E-Book-Reader (Kindle, etc.)

In der Regel werden Netbooks, Notebooks und Laptops zwar zu den „portablen“ Geräten gezählt, aber nicht zu den mobilen.<sup>471</sup>

Zwar war schon bei E-Learning ein gewünschtes Kriterium, „Lernen, unabhängig von Zeit und Ort“ zu ermöglichen, doch wird dieses erst mit M-Learning wirklich umgesetzt. Denn hier stehen mobile Geräte zur Verfügung, um neue, ortsunabhängige Lernszenarien zu ermöglichen<sup>472</sup>. Insgesamt wird diese Form des Lernens in Zukunft deutlich stärker in den Fokus treten, da sich die Nutzung des Internets in den letzten Jahren verändert hat: Tendenziell wird heute das „mobile Internet“ genutzt, also die Inhalte über Smartphones, Tablet-PCs, Mp3-Player mit Display oder Notebooks konsumiert – der lokale/stationäre Rechner zuhause verliert an Wichtigkeit. Durch M-Learning eröffnen sich neue Möglichkeiten des Lernens durch veränderte Lernszenarien: Lernen kann jetzt nicht nur zu jeder Zeit, sondern auch an jedem Ort stattfinden, an dem sich eine Internetverbindung (über WLAN oder SIM) herstellen lässt, falls die Inhalte nicht zuvor zur Offline-Nutzung auf das Gerät geladen wurden. Beispielsweise ist nun auch die Zeit in der U-Bahn, im Bus, im Auto (Inhalte dann z.B. als Mp3-Tonspur einer digitalisierten Vorlesung), im Park, etc. potentiell für das Lernen nutzbar, was z.B. für Pendler eine sehr interessante Neuerung sein könnte. Während des „Unterwegsseins“ ist das Smartphone heute insgesamt das am meisten verwendete Gerät. Damit erhält es im Sinne des M-Learnings eine doppelte Bedeutung: „Lernmittel“ und „Kommunikationsmittel“. Niemals war kollaboratives Lernen und soziale Vernetzung so einfach herzustellen, da das Smartphone alle notwendigen Funktionen (Telefon, E-Mail, Photo/Video, Internet, soziale Netzwerke, Teilen, etc.) bereits zur Verfügung stellt. Auch hier lassen sich viele neue Szenarien im Rahmen der Aus- und Weiterbildung finden (vgl. III.5.3.4).

---

<sup>470</sup> Vgl. Sharma, Barrett, 2010, S. 1

<sup>471</sup> Vgl. Bollen 2010, S. 26

<sup>472</sup> Vgl. Holzinger et al. (2005)

Die Natur der mobilen Geräte ist allerdings, dass sie klein sind. Das hat verschiedene Auswirkungen auf deren Benutzbarkeit, die sich schnell als nachteilig herausstellen (können). Allen voran sind (teilweise unter Ausschluss von Notebooks und Tablet-PCs) folgende Beschränkungen zu nennen:<sup>473</sup> Kleine Displaygrößen, begrenzte Akkulaufzeiten, teilweise *noch* (zu) kleine/r Rechenleistung/Speicherplatz und Einschränkungen bzgl. der komfortablen Eingabe von Texten.<sup>474</sup> Sofern für die Nutzung des M-Learning-Angebots eine Verbindung zum Internet notwendig ist, muss mit einer starken Bandbreitenbeschränkung gerechnet werden, da das mobile Internet (SIM) derzeit bei weitem keine, von lokalen PCs gewohnte, Geschwindigkeit (DSL oder schneller) bietet – eine flächendeckende und für Endkunden günstige Verbreitung von schnellen, mobilen Internetübertragungen wie z.B. LTE<sup>475</sup> wird sich wohl erst mittelfristig einstellen.

Für den Anbieter von E-Learning bedeutet M-Learning ganz konkret aber auch, dass Inhalte anders aufbereitet werden müssen. Nämlich so, dass sie problemlos von verschiedenen Geräten ausgegeben werden können. Dies können z.B. reine Texte, spezielle graphische Darstellungen oder Audio-Inhalte sein. Die letzten beiden allerdings wg. begrenzter Bandbreite in stark komprimierter Dateigröße. Beim klassischen E-Learning reichte hier in der Regel die Aufbereitung der Inhalte in Form einfacher Daten, aus denen Webseiten generiert wurden, ohne Beschränkung der Display- oder Datei-Größe. Für die Unterstützung von M-Learning ist also ein höherer Aufwand notwendig: entweder werden Daten in mobilen Webseiten für alle Geräte ausgegeben oder es werden für diesen Zweck sogenannte „native Apps“ entwickelt, wenn ein Zugriff auf Hardware-Ressourcen der Geräte nötig/gewünscht ist.

Eine Konsequenz des Einsatzes von M-Learning ist allerdings auch ein deutlich größerer Aufwand für Autoren und Dozenten. Denn natürlich müssen Inhalte für die Darstellung auf mobilen Geräten angepasst werden, was teilweise auch veränderte pädagogische Konzepte erfordert. Ebenso muss beim M-Learning (wenn dieses nicht über den Smartphone-Webbrowser erfolgt) beachtet werden, dass sich aufgrund der unterschiedlichen Betriebssysteme (Android, iOS, Windows Phone, Symbian OS, Linux, etc.) bzgl. der nutzbaren Systemfunktionen und deren Entwicklung auf nativer Ebene noch nicht in allen Bereichen Standards etablieren konnten.

Insgesamt bietet M-Learning diverse Vorteile, um das Lernen noch individueller zu gestalten und auf die Lebenssituationen der Lerner anzupassen. In Anbetracht der Tatsache, dass sich durch die Grundeigenschaften der Geräte – hier sind insbesondere Notebooks und Tablet-PCs

---

<sup>473</sup> Low 2006, S. 79f

<sup>474</sup> Vgl. Holzinger et al. (2005)

<sup>475</sup> „Long Term Evolution“, Mobilfunkstandard, <http://www.ltemobile.de/lte-technik/>, Abgerufen am 05.02.2012

ausgenommen – Beschränkungen in den Darstellungsmöglichkeiten ergeben, sollte bei der Umsetzung jedoch ein deutliches Augenmerk auf die Zielsetzung des Angebots gerichtet werden. Sind die Inhalte beispielsweise überwiegend Audio- oder Videodateien, können diese problemlos mit Smartphones verwendet werden; schwieriger wird es, wenn auch verschiedene Eingabegeräte oder ein großes Display obligatorisch sind. Für Lernangebote im MINT-Bereich sollte M-Learning (für Smartphones) derzeit eher nicht die ausschließliche Auslieferungsmethode sein, sondern lediglich die klassische lokale Webbrowser-Version, um die Eigenschaften der nahezu uneingeschränkten mobilen Nutzung zu ergänzen. Ebenso können sich durch das ausschließliche Angebot von M-Learning neue Zugriffsbarrieren für sozial Schwache ergeben, z.B. wenn die Kosten für ein entsprechendes Gerät oder die ständige Datenverbindung nicht aufgebracht werden können.

### Exkurs: Web 2.0 und Social Software

Der Begriff „Web 2.0“ ist ein Schlagwort für ein innovatives Verständnis des World Wide Web, das im Jahr 2005 von Tim O'Reilly erstmals publiziert wurde. Er beschrieb darin eine Liste von Kernkompetenzen, die zeitgemäße und zukunftsweisende Webanwendungen aufweisen müssten:<sup>476</sup>

- **Das Web als Plattform:** Desktop-Applikationen werden durch Web-Services abgelöst
- **Die Nutzung kollektiver Intelligenz:** Jeder Nutzer gestaltet Webinhalte aktiv mit, Konsumenten werden zu „Prosumenten“ (z.B. Eintrag in Wikis, Blogs, Nutzung von e-Bay, Tagging-Dienste oder Kommentierung von Beiträgen und Produkten).
- **Die Daten als nächstes „Intel Inside“:** Die Qualität eines Angebots hängt von den Daten ab (z.B. Datenbanken mit Usern, Adressen, Karten, Videos, Bewertungen, Kommentaren, sonstigen Inhalten, etc. bei Facebook, Google, Wikipedia, etc.).
- **Abschaffung des Software-Lebenszyklus:** Software wird als Webservice angeboten, die einer stetigen Weiterentwicklung unterliegt. „Ewige Betas“ mit automatischen und teilweise unbemerkten Updates.
- **Leichtgewichtige Programmiermodelle:** Ermöglichen schnelle und qualitative Entwicklungen, durch die Kombination von Webservices, APIs und quelloffenen Programm-Snippets („Innovation durch Zusammenbau“, in sog. „Mashups“).
- **Software über die Grenzen einzelner Geräte hinaus:** Nutzung von Software, die auf verschiedensten Endgeräten verwendet werden kann: Mobiltelefone, Palms, Mp3-Player (z.B. iTunes), in Zukunft evtl. Hausgeräte, Fahrzeuge (Autos), Häuser, etc.

---

<sup>476</sup> „What is the Web 2.0?“, vgl. O'Reilly 2005.

- **Benutzerführung:** intuitiv bedienbare und leistungsstarke Oberflächen werden zum Standard (z.B. durch die Verwendung von AJAX/jQuery-Technologie)

Der größte Unterschied zum vorherigen „Web 1.0“ war die starke Beteiligung der Nutzer und deren Vernetzung. Daher gilt Web 2.0 auch als „Social Software“. Gängige Produkte des Web 2.0 sind: Facebook, Google, YouTube, Flickr, Wikipedia, Blogs, etc.<sup>477</sup>

### **Collaborative Learning (Kollaboratives Lernen)**

Das durch Web 2.0 etablierte Verständnis der sozialen Vernetzung ist mittlerweile auch in digitalen Lernumgebungen angekommen. Unter *computergestütztem kollaborativen Lernen* versteht man die Vernetzung von Lernern innerhalb einer Lernplattform, sodass diese in Interaktion treten und „gemeinsam“ lernen können.<sup>478</sup> Dafür finden sowohl synchrone (z.B. Chat, Videokonferenz) als auch asynchrone Kommunikationsmittel (z.B. E-Mail, Forum) Verwendung.<sup>479</sup> Weitere Details finden sich in Kapitel III.7.7.6.

### **Kollaborative Erstellung von Inhalten**

Analog zum kollaborativen Lernen basiert die kollaborative Erstellung von Inhalten noch stärker auf dem Gedanken von Web 2.0. Hierbei wird nicht nur gemeinsam gelernt, sondern auch das Lernmaterial gemeinsam erstellt.<sup>480</sup> Dies geschieht mithilfe von Plattformen wie MediaWiki<sup>481</sup>. In der wissenschaftlichen Welt ist dieser Ansatz umstritten, da oftmals Fragen der Qualitätssicherung („Schwarmintelligenz“) und des Copyrights ungeklärt sind.

### **E-Portfolio**

Ein elektronisches Portfolio ist im Kontext des E-Learnings ein Datenspeicher, der es ermöglicht, den Lernprozess, Lerner- oder Misserfolge zu dokumentieren oder andere studienrelevante Daten zu speichern. Weitere Details finden sich in Kapitel III.7.9.

### **Simulation und Animation**

Zur Verstärkung des Lernerlebnisses und zur didaktischen Aufbereitung komplexer Zusammenhänge im MINT-Bereich mithilfe multimedialer Möglichkeiten bieten sich Simulationen und Animationen an. Diese können durch bewegte Bilder und durch die Möglichkeit des Ex-

---

<sup>477</sup> Vgl. Alby 2007, S. 15

<sup>478</sup> Vgl. Rey 2009, S. 183

<sup>479</sup> Vgl. Rey 2009, S. 184

<sup>480</sup> Vgl. Rey 2009, S. 184

<sup>481</sup> MediaWiki ist die Open Source Software auf der Wikipedia basiert. <http://www.mediawiki.org>, Abgerufen am 05.02.2012

perimentierens mit Einstellungen des zugrunde liegenden mathematischen Modells das Verständnis fördern. Weitere Details finden sich in Kapitel III.7.7.9.

### **Virtuelle Labore, Remote Labs und Remote Access**

Labore sind eine wichtige Grundlage jeglicher Ausbildung und Forschung im Naturwissenschaftlichen Bereich. Daher darf eine entsprechende Umsetzung auch im Kontext des E-Learnings nicht fehlen: Labore oder „Labs“ (Abkürzung des engl. Begriffs „Laboratory“) kommen hier in unterschiedlicher Ausprägung vor.<sup>482</sup> Einerseits gibt es „**virtuelle Labore**“, die durch komplett simulierte Webanwendungen entstehen, eben „virtuell“ sind (vgl. III.7.7.10). Andererseits gibt es die sog. „**Remote Labs**“, die an sich physisch vorhandene Labore sind, die über eine Software oder eine Webschnittstelle gesteuert werden können. Es ist somit ein Fernzugriff oder engl. „remote access“ auf Laborressourcen möglich (vgl. III.7.7.11).

### **Freie Online-Lernplattformen (von Eliteuniversitäten)**

Seit einiger Zeit nimmt die Anzahl von „freien Lernplattformen“ stetig zu, die Onlinekurse und Lerninhalte von renommierten Dozenten/Professoren, die nicht selten von Eliteuniversitäten aus den USA stammen (z.B. Harvard<sup>483</sup>, Berkeley<sup>484</sup> oder Stanford<sup>485</sup>), kostenlos anbieten. Das Konzept ist recht einfach: Die Teilnahme an den Kursen (die als Videos mit unterbrechenden Zwischentests vorliegen), ist i.d.R. kostenfrei, es gibt keine Anwesenheitspflicht<sup>486</sup>, wer am Ende eine Abschlussprüfung zur Erreichung eines Zertifikats absolvieren möchte, muss dafür bezahlen. Die bekanntesten Plattformen werden von Mäzenen oder Stiftern finanziert, andere schalten Werbefbanner oder verlangen teilweise auch Gebühren. Bekannte Anbieter sind z.B. **Udacity**<sup>487</sup>, **edX**<sup>488</sup>, **coursera**<sup>489</sup> oder **OpenHPI**<sup>490</sup> – und viele weitere<sup>491</sup>. Der Erfolg (und wohl auch der anfängliche mediale Hype) gibt diesen Instituten recht: Mehrere zehn- bis hunderttausende Studierende waren in den ersten kostenlos angebotenen Kursen angemeldet. Derzeit werden bei den o.a. Anbietern überwiegend Onlinekurse zu den The-

<sup>482</sup> Balamuralithara 2008, S. 117

<sup>483</sup> <http://www.zeit.de/studium/hochschule/2013-01/harvard-online-kurse-MOOC>, abgerufen am 20.01.2013

<sup>484</sup> Spiegel Online, abgerufen am 30.09.2012: <http://www.spiegel.de/unispiegel/studium/online-studium-berkeley-harvard-und-mit-starten-edx-a-854011.html>

<sup>485</sup> <http://www.zeit.de/studium/uni-leben/2012-01/udacity-thrun>, abgerufen am 26.01.2012

<sup>486</sup> Spiegel online, abgerufen am 30.01.2013: <http://www.spiegel.de/unispiegel/studium/deutsche-hochschulen-online-mehr-als-vorlesung-im-netz-a-879736.html>

<sup>487</sup> Udacity: <https://www.udacity.com/>, abgerufen am 18.05.2012

<sup>488</sup> <https://www.edx.org>, abgerufen am 23.05.2013

<sup>489</sup> <https://www.coursera.org/>, abgerufen am 23.05.2013

<sup>490</sup> OpenHPI: <https://openhpi.de/>, abgerufen am 20.12.2012

<sup>491</sup> Eine Übersicht findet sich z.B. unter <http://www.spiegel.de/unispiegel/studium/kostenloses-studium-fuer-alle-moocs-sollen-bildung-demokratisieren-a-899846.html>, abgerufen am 22.05.2013



mengebieten Informatik, Informationstechnologie und Betriebswirtschaftslehre angeboten. In der allgemeinen Diskussion hat sich in jüngster Zeit für dieses Phänomen auch der Begriff „**Mooc**“ – *Massive Open Online Courses* – durchgesetzt.

### **Ausblick auf zukünftige Trends**

Insgesamt müssen E-Learning-Lösungen in Zukunft verstärkt in Richtung des M-Learning ausgerichtet sein. Denn parallel zum Anstieg der Nutzer des mobilen Internets (d.h. Zugang zum WWW mit den o.a. mobilen Geräten aller Art) steigt auch die Nachfrage nach entsprechenden Softwarelösungen in allen Bereichen des Lebens. Insbesondere kann dies auch neuartige Geräte beinhalten, die aktuell noch nicht mit der Vernetzung via Internet assoziiert werden, wie z.B. Haushaltsgeräte, Autos, etc. – diese Entwicklung wird heute unter anderem mit den Begriffen „Internet der Dinge“ und „Ubiquitous Computing“ zusammengefasst (beide werden in Abschnitt III.7.8.2 vorgestellt). Unabhängig davon, welches Gerät letztendlich zum Abrufen von Inhalten genutzt wird, ist zukünftig vor allem zu klären, inwiefern diese für E-Learning verwendbar sind und wie eine Umsetzung aussehen muss. Dies gilt umso mehr, da zukünftige Generationen („Digital Natives“) selbstverständlich und intuitiv mit derartigen Geräten umgehen werden und somit speziell angepasste Lösungen obligatorisch sind.

#### **VI.1.1.1.7. Überblick über technische Standards im E-Learning bzw. Web**

Der Bereich E-Learning ist historisch gewachsen und orientiert sich an aktuell vorherrschenden Techniken. So sind im Laufe der Zeit viele heterogene Lösungen entstanden, die außer der Bezeichnung „E-Learning“ wenig gemeinsam haben. Zunächst stellte dies kaum ein Problem dar, weil die so entstandenen E-Learning-Software-Lösungen ohnehin stark individuell an die Weiterbildung in einem speziellen (firmeninternen) Kontext angepasst und eine Weiterverbreitung oftmals nicht geplant war. Seitdem E-Learning verstärkt über das World Wide Web betrieben wird, die Bereitstellung von E-Learning-Angeboten aufgrund der Entwicklung von Inhalten sowie Software kostenintensiv ist und somit die Wiederverwendbarkeit von Software und Inhalten verstärkt in den Fokus geriet, entwickelten sich Standards, um eben einigen der o.a. Problemen zu begegnen.

**Standardisierung** erfolgt in der Regel ausgehend von einer Organisation, die (z.B. anhand eines Baumusters eines gängigen Produkts oder Stils) wichtige Grundlagen und Eigenschaften zur verteilten Entwicklung homogener Produkte unter einem eindeutig definierten und geschützten Namen dokumentiert. Für den Bereich E-Learning, und vor allem für die Erstellung *einheitlicher und wiederverwendbarer Inhalte*, gibt es eine Reihe „zuständiger“ Organisationen, Standardisierungsinitiativen **und Standards zum Speichern von Lerninhalten**:

- **AICC:** Aviation Industry Computer Based Training Committee ([www.aicc.org](http://www.aicc.org))
- **ADL:** Advanced Distributed Learning Initiative ([www.adlnet.org](http://www.adlnet.org))
- **ARIADNE:** Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe ([www.ariadne-eu.org](http://www.ariadne-eu.org))
- **Dublin Core Metadata Initiative:** Standards für Online Metadaten ([www.dublincore.org/](http://www.dublincore.org/))
- **EML:** Educational Modelling Language ([eml.ou.nl](http://eml.ou.nl))
- **IEEE LTSC:** IEEE Learning Technology Standards ([ltsc.ieee.org](http://ltsc.ieee.org))
- **IMS:** Instructional Management Systems Project ([www.imsproject.org](http://www.imsproject.org))
- **RIO/RLO:** Cisco-Initiative für “Reusable Information Objects” bzw. “Reusable Learning Objects”
- **SCORM**<sup>492</sup>: Shareable Content Object Reference Model ([www.adlnet.org](http://www.adlnet.org))
- **XML**<sup>493</sup>: Standard zur Speicherung von strukturierten Daten. In diesem Sinne ist es kein Standard für E-Learning-Inhalte, wird aber vermehrt zu dessen Speicherung eingesetzt (insbesondere im Kontext von Webservices oder Single-Source-Publishing, vgl. III.7.5.1). Diese Datenstrukturen sind dann meist aber sehr speziell auf den Zweck zugeschnitten und müssen für eine Weiter- oder Wiederverwendung konvertiert werden.

Schon allein aufgrund der Vielfalt dieser Initiativen wird deutlich, dass sich noch kein wirklicher Standard für die Speicherung von E-Learning-Inhalten durchgesetzt hat, sondern obige vielmehr parallel existieren. Die Orientierung an einem dieser Standards (z.B. SCORM) ist empfehlenswert; E-Learning-Systeme unterstützen in der Regel auch mindestens einen oder mehrere dieser gängigen Formate.

E-Learning-Systeme sind heute fast ausschließlich Webanwendungen. Für die Planung, Entwicklung und den Betrieb sind also insbesondere Webstandards und -techniken maßgebend. Alle dafür relevanten Technologien sind in der nachfolgenden Tabelle 34 aufgeführt:

Technologie	Beschreibung
<b>HTML</b> <sup>494</sup> (5) (Hypertext Markup Language)	Textbasierte Auszeichnungssprache zur Strukturierung von Daten (Texte, Hyperlinks, Bilder, Tabellen, etc.) in Webseiten. Standard und Grundlage des WWW. HTML-Dateien werden von Browsern interpretiert und dargestellt.
<b>CSS</b> <sup>495</sup>	Deklarative Sprache zur Strukturierung und Formatierung von Webseiten in Form von Stilvorlagen. Ermöglicht die klare Trennung von HTML-Struktur und Formatierung einer Webseite.

<sup>492</sup> Das “Sharable Content Object Reference Model” erklärt, <http://scorm.com/scorm-explained/>

<sup>493</sup> <http://www.w3.org/XML/>

<sup>494</sup> <http://www.w3.org/html/>, abgerufen am 10.02.2012

<sup>495</sup> <http://www.w3.org/Style/CSS/>, abgerufen am 10.02.2012

(Cascading Style Sheet)	
<b>Javascript<sup>496</sup>, Ajax<sup>497</sup>, jQuery<sup>498</sup></b>	<p><i>JavaScript (ECMAScript)</i>: Skriptsprache, die clientseitig für die Manipulation des DOMs (Document Object Model) in Webbrowsern eingesetzt wird.</p> <p><i>jQuery</i>: Javascript-Bibliothek, die durch einfache Funktionsaufrufe mächtige DOM-Manipulation und Effekte für lokale und mobile Oberflächen im Browser ermöglicht.</p> <p><i>AJAX (Asynchronous JavaScript and XML)</i>: Programmierkonzept der asynchronen Datenübertragung zum Nachladen einzelner Webseitenelemente</p>
<b>Flash/Shockwave</b>	Softwareplattform <sup>499</sup> bzw. Browser-Plugin <sup>500</sup> für die Erstellung und Darstellung von interaktiven, animierten oder stark grafiklastigen Inhalten.
<b>VRML<sup>501</sup> (X3D)</b>	Virtual Reality Modeling Language: Menschenlesbare Beschreibungssprache zur Erstellung für 3D-Szenen. Heute „X3D“ <sup>502</sup> .
<b>JSON<sup>503</sup></b>	<i>JavaScript Object Notation</i> : Kompaktes Datenformat, das zum Datenaustausch zwischen Anwendungen über Schnittstellen verwendet wird.
<b>MySQL<sup>504</sup></b>	Relationales Open-Source Datenbanksystem. Grundlage vieler Webanwendungen.
<b>PHP<sup>505</sup>, Rails, Python, Perl/CGI</b>	Serverseitige Skript-Programmiersprachen für Webapplikationen. Grundlage von dynamische Webseiten oder -anwendungen.
<b>RSS und Atom</b>	Really Simple Syndication: Elektronische, XML-basierte, Nachrichtenformate, die in Newsfeeds Anwendung finden
<b>Java<sup>506</sup></b>	Objektorientierte Softwaretechnologie und Programmiersprache der Firma Sun/Oracle.
<b>Apache<sup>507</sup>, Tomcat</b>	<p><i>Apache</i>: Meistgenutzter Webserver (Software) im Internet. Grundlage vieler Webseiten.</p> <p><i>Apache/Tomcat</i>: Ermöglicht Ausführung von Java-Programmen auf dem Apache (JavaServerPages)</p>
<b>XML<sup>508</sup> (Extensible Markup Language)</b>	Auszeichnungssprache/Metasprache, in der Daten in strukturierter und hierarchischer Form in Textdateien gespeichert werden können. Die Spezifikation von XML gibt das W3C <sup>509</sup> heraus.
<b>JPG, GIF, PNG, SVG, EPS</b>	<p>JPG, GIF, PNG sind sog. Pixelgraphiken, Skalierung nicht möglich, dafür weit verbreitet, einfach zu erstellen, in der Regel plattformunabhängig ohne Zusatztools lesbar. Komprimierte Bilddaten.</p> <p>SVG/EPS sind Vektorgraphiken, d.h. sie können verlustfrei skaliert werden.</p>
<b>AVI, MP4, OGG, FLV</b>	Für die Nutzung im Internet optimierte und daher komprimierte Videoformate. MP4 und OGG sind insbesondere De-Facto-Standards auf Smartphones und anderen mobilen Geräten.
<b>MP3, WAV</b>	Standards zur Speicherung von Audiodaten. MP3 ist komprimiert und WWW-tauglich (WAV nicht)
<b>PDF</b>	Portable Document Format: Plattformunabhängiges Dateiformat für Dokumente (Adobe). Browser-Plugin oder Reader-Software nötig.

Tabelle 34: Überblick über Techniken zur Verwendung im E-Learning<sup>510</sup>

Die hier angegebenen Techniken werden insbesondere bei der praktischen Umsetzung (vgl. Kapitel IV) angewendet und teilweise auch noch weiter erklärt.

<sup>496</sup> <http://www.w3.org/standards/webdesign/script.html>, abgerufen am 10.02.2012

<sup>497</sup> <http://www.w3.org/standards/webdesign/script.html>, abgerufen am 10.02.2012

<sup>498</sup> <http://jquery.com/>, abgerufen am 10.02.2012

<sup>499</sup> <http://www.adobe.com/de/products/flash.html>, abgerufen am 10.02.2012

<sup>500</sup> <http://www.adobe.com/de/products/flashplayer.html>, abgerufen am 10.02.2012

<sup>501</sup> <http://www.web3d.org/x3d/specifications/#vml97>, abgerufen am 10.02.2012

<sup>502</sup> <http://www.web3d.org/x3d/>, abgerufen am 10.02.2012

<sup>503</sup> <http://www.json.org/>, abgerufen am 10.02.2012

<sup>504</sup> <http://www.mysql.com/>, abgerufen am 10.02.2012

<sup>505</sup> <http://php.net/>, abgerufen am 10.02.2012

<sup>506</sup> <http://www.java.com/de/>, abgerufen am 10.02.2012

<sup>507</sup> <http://httpd.apache.org/>, abgerufen am 10.02.2012

<sup>508</sup> <http://www.w3.org/XML/>, abgerufen am 10.02.2012

<sup>509</sup> <http://www.w3.org/>, abgerufen am 10.02.2012

<sup>510</sup> Eigene Darstellung

#### VI.1.1.1.8. Learning-Management-Systeme und andere E-Learning-Software

Zunächst soll zwischen verschiedenen Arten von Software-Systemen und –Werkzeugen unterschieden werden, die im Allgemeinen im Rahmen der Umsetzung von E-Learning assoziiert werden. Je nach Zielsetzung können folgende Typen unterschieden werden:<sup>511</sup>

- **Learning-Management-Systeme**<sup>512</sup> (LMS, Lernplattform oder Lernumgebung): Webbasierte Systeme zur Verwaltung von Studentendaten, Kursen und Inhalten. Lernmodule/-inhalte werden als Webseiten zur Verfügung gestellt, sind multimedial und verlinken zu weiteren Internetquellen, oftmals sind auch Online-Test und Übungsaufgaben integriert. Sie bieten einfache Autorentools, Evaluations- und Bewertungshilfen, Kommunikations- und Kooperationsmethoden sowie eine einfache Administration (von Lernenden, Trainern, Inhalten, Kursen, Lernfortschritten, Terminen, etc.).
- **Virtueller Klassenraum** (engl. Virtual Classroom, VC): als Plattform für kollaboratives Lernen und Arbeiten in dafür zur Verfügung gestellten „virtuellen Räumen“. Zur Kommunikation werden Chats, Audio- oder Videokonferenzen angeboten, für das gemeinsame Arbeiten gibt es Anwendungen („shared application“), die die verteilte Bearbeitung von Dokumenten ermöglichen.
- Es gibt Serversysteme zum **Dateiaustausch**, z.B. **Cloud-Dienste** oder **virtuelle Schreibtische** („virtual desktop“). Diese ermöglichen unter anderem das gemeinsame verteilte Arbeiten an Dokumenten (z.B. GoogleDocs).
- **Autorensysteme**: Softwarewerkzeuge zur Erstellung von E-Learning-Inhalten.
- **Vorlesungsaufzeichnungen**: Systeme, die das Erstellen, Verwalten und Publizieren von Vorlesungsaufzeichnungen (in Form einer Synchronisation von Video, Audio und Präsentationsfolien) ermöglichen.
- **Wiki-Systeme**: Zum gemeinsamen Erstellen und Bearbeiten von Inhalten.
- **Chats und Webforen**: Dienen der synchronen, bzw. asynchronen, Kommunikation und Diskussion zwischen Lernenden und Lehrenden.
- **Weblogs/Blogs**: Zum Diskutieren oder Austauschen von Nachrichten und Notizen.
- Und andere.

Im Bereich des klassischen E-Learnings weisen Lern-Management-Systeme (LMS) derzeit die größte Verbreitung auf, da diese zumeist viele der o.a. Funktionen innerhalb einer Plattform kombinieren und somit für einen Großteil der heutige E-Learning-Initiativen hinrei-

<sup>511</sup> Vgl. u.a. Schulmeister, R. 2006, S. 6

<sup>512</sup> Zur Abgrenzung: LMS sind angelehnt an CMS, die sog. Content-Management-Systeme. Es treten z.B. aber auch noch diese Subtypen auf: LCMS (Learning-Content-Management-Systeme), C3MS (Community-Content-Collaborative-Management-System), u.a.

chend sind. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der gängigen *Open Source E-Learning-Systeme*<sup>513</sup> aus den o.a. Kategorien:

Name	Beschreibung
<b>Moodle</b>	<b>Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment</b> Open Source LMS, weitere Informationen: <a href="http://www.moodle.org">http:// www.moodle.org</a>
<b>ILIAS</b>	Integriertes Lern-, Informations- und Arbeitskooperations-System, Open Source LMS, weitere Informationen: <a href="http:// www.ilias.de">http:// www.ilias.de</a>
<b>LONCAPA</b>	<b>Learning Online Network with CAPA</b> , Open Source CMS/LCMS, weitere Informationen: <a href="http://www.lon-capa.org">http://www.lon-capa.org</a>
<b>.LRN</b> (sprich "dot-learn")	„Learn, Reaseach, Network“, Open Source LMS, weitere Informationen: <a href="http://www.dotlrn.org">http://www.dotlrn.org</a>
<b>OLAT</b>	<b>Online Learning and Training</b> , Open Source LMS, weitere Informationen: <a href="http://www.olat.org">http://www.olat.org</a>
<b>Blackboard</b>	Anbieter von verschiedenen Softwaretools für die Ausbildung, weitere Informationen: <a href="http://www.blackboard.com">http://www.blackboard.com</a>
<b>Lecturniy</b>	Kommerzielles System zur Aufzeichnung von Vorlesungen und Synchronisation der Vorlesungsfolien mit Video- und Audiodaten sowie einem dynamischen Inhaltsverzeichnis, weitere Informationen: <a href="http://www.lecturnity.de">http://www.lecturnity.de</a>
<b>Stud.ip</b>	Open Source System zur Unterstützung des Präsenzunterrichts, weitere Informationen: <a href="http://www.studip.de">http://www.studip.de</a>
Und viele andere.	

**Tabelle 35: Übersicht über E-Learning-Software und LMS**<sup>514</sup>

Die im Rahmen dieser Arbeit konzipierte und umgesetzte Blended E-Learning-Plattform basiert auf dem LMS ILIAS. Für den Einsatz für den MINT-Bereich und im Kontext des lebenslangen Lernens wurde das System vielfältig erweitert und ergänzt (vgl. IV.2).

#### VI.1.1.2. Entwicklung und Umsetzung von E-Learning-Lösungen

Seit dem Beginn der Förderung von E-Learning-Initiativen in Deutschland zu Beginn der 1970er Jahre sind Projekte mit einem Investitionsvolumen von über 300 Millionen Euro durchgeführt worden.<sup>515</sup> Entsprechend viele Erfahrungswerte stehen also im Bereich der Umsetzung – zumindest theoretisch – zur Verfügung. In der Realität scheitern E-Learning-Projekte aber offenbar immer wieder an ähnlichen Problemen, wie zu knapp bemessener Zeit, (Personal-) Ressourcen oder Budgets oder enden abrupt nach Ende der staatlichen finanziellen Förderung. Aus diesem Grund überrascht es nicht, dass es zahlreiche Leitfäden, Rahmenwerke, Ratgeber und Projektmanagementbeispiele für die Realisierung von E-Learning in Uni-

<sup>513</sup> kommerzielle Produkte wurden größtenteils ausgeklammert, da diese bei großen E-Learning-Initiativen nur selten zum Einsatz kommen.

<sup>514</sup> Eigene Darstellung, weitere im z.B. unter [http://www.techworld.com.au/article/223565/10\\_open\\_source\\_e-learning\\_projects\\_watch/](http://www.techworld.com.au/article/223565/10_open_source_e-learning_projects_watch/), abgerufen am 28.04.2011

<sup>515</sup> <http://www.e-teaching.org/projekt/politik/foerderphasen/>, abgerufen am 13.11.2012

versitäten, Firmen oder im Allgemeinen gibt. Viele davon warten auch mit „Checklisten“ auf, mit deren Hilfe eigentlich „gar nichts schief laufen kann“. Doch die Realität sieht nun einmal oft anders aus: Nur wenige „hoffnungsvoll gestartete“ E-Learning-Projekte sind heute noch „online“, mussten ihr Angebot aufgeben, etwa weil dies nicht kostendeckend (nachhaltig) betrieben werden konnte oder die Anzahl oder Begeisterung der Studierenden hinter den Erwartungen zurückblieben. Andere Umsetzungen haben Probleme damit, gute Inhalte zu erstellen oder die technische Softwarebasis entsprechend ihrer Vorstellungen zu gestalten.

All diese (und noch viel mehr) Planungsfaktoren sind bei einer Realisierung von E-Learning zu beachten. Grundsätzlich werden dabei verschiedene Phasen durchlaufen: Beginnend bei einer ausführlichen Analyse und Planung, vor allem in Bezug auf Ziele, Zeit und Finanzierung sowie nötiger Ressourcen, über die Auswahl und Realisierung der technischen Infrastruktur und der Erstellung der Lerninhalte, bis hin zur Evaluation, Anpassung und Qualitätssicherung des Angebots und der Garantie eines nachhaltigen Betriebs.<sup>516</sup> Problematisch dabei ist, dass zu Beginn des Projekts noch am wenigsten Erfahrungswerte vorliegen. Denn die Planungsaufgaben sind zunächst der wichtigste Schritt in Bezug auf die komplette Realisierung. Insbesondere unter der Prämisse, dass die o.a. Arbeitsphasen nicht alle sequentiell ablaufen, sondern vielfältige Abhängigkeiten aufweisen. So müssen beispielsweise Inhalte nach der Erstellung so aufbereitet werden, dass sie dann auch im gewählten Softwarerahmen benutzt werden können (Stichwort: „Standards und Kompatibilität“). Allerdings muss die Softwarelösung auch die von den Inhalten geforderten Features bieten (z.B. Darstellung von Formeln, Animationen, etc.). Die ausführenden Stellen zur Entwicklung von Inhalten und technischer Lösung müssen daher zentral geplant sein, eng zusammenarbeiten und durch regelmäßige Feedbacks und Tests einen reibungslosen Ablauf für die spätere Entwicklung und den anschließenden Betrieb sicherstellen. In den nächsten Abschnitten werden nun einige typische Phasen der Realisierung von E-Learning-Projekten skizziert und diskutiert.

Für eine detaillierte Beschreibung der Tätigkeiten rund um das Projektmanagement im Rahmen von E-Learning-Projekten sei an dieser Stelle auf den Abschnitt VI.1.1.3.1 sowie auf die dort vermerkten Quellen verwiesen.

#### **VI.1.1.2.1. Konzept und Anforderungen: Was für wen und warum**

Einer der wesentlichsten Schritte bei der Entwicklung einer E-Learning-Lösung ist die Planung und die Konzepterstellung. Denn zu Beginn werden die Weichen für alle weiteren Phasen der Umsetzung gestellt. Spätere Veränderungen sind aufgrund des Aufwands und den damit verbundenen Kosten kaum möglich.

---

<sup>516</sup> Eigene Darstellung, vgl. u.a. Kocur, D. et al. 2009, S. 20f

In dieser Phase zu klärende Fragen betreffen insbesondere die organisatorischen und planerischen Rahmenbedingungen, wie z.B.:

- Veranlassung des Projekts: Warum und mit welchem Ziel?
- Welcher Zeitraum, welche Mitarbeiter und welches Budget stehen für die Umsetzung zur Verfügung?
- In welchem thematischen Bereich wird die Lösung angesiedelt sein, welche Anforderungen ergeben sich daraus für Technik und Verfahrensweisen?
- Wer ist die Zielgruppe des Angebots: Jüngere, Ältere, Technikaffine? Was erwarten diese von der entstehenden Lösung?
- Was erwartet die Institution, was die Dozenten?
- Wie sollen die Lerninhalte aufbereitet werden (Text, Video, Multimedia, andere Techniken, etc.)?
- Und viele weitere...

Aus den Antworten auf diese und andere Fragen kann eine „Wunschliste“ erstellt werden, die im nächsten Schritt unter der Berücksichtigung der Restriktionen (Zeit, Geld, Ansprüche, etc.) in einen Anforderungskatalog überführt werden kann. Dabei sind die Wünsche und Anforderungen aller beteiligten Zielgruppen zu berücksichtigen, soweit möglich (wie dies im Konkreten geschehen kann zeigt Abschnitt III.4).

In der Planungs- und Konzeptphase sind primär Aufgaben zu erwarten, die eine Qualifikation in diesen Bereichen erfordern: E-Learning allgemein, fachspezifisches Wissen, bezogen auf die angebotene Disziplin, betriebswirtschaftliche Kenntnisse für die Finanzplanung und das Projektmanagement an sich, ggf. didaktische oder psychologische Beratung für die Ausgestaltung bestimmter Facetten des E-Learnings, Verwaltungs- und Organisationstalent für die Implementierung in Hochschulen oder Unternehmen und Informatikkenntnisse für die softwaretechnische Realisierung. Es liegt in der Natur der interdisziplinären Eigenschaften eines E-Learning-Projekts, dass nicht alle geforderten Qualifikationen durch das eigene Team abgedeckt werden. In diesem Fall ist die Expertise von externen Fachleuten, eben aus den im Projekt fehlenden Fachgebieten, obligatorisch. Gerade in diesem Punkt überschätzen sich viele Projektbeteiligte (z.B. beteiligte Professoren oder Projektmanager), die dem Irrglauben unterliegen, selbst eine Kapazität (mit nötigem Know-How) in allen benötigten Bereichen zu sein.

#### **VI.1.1.2.2. Inhalt: Lernobjekte, Lernprozess und Multimedia**

Gute Lerninhalte für E-Learning zu erstellen, ist relativ aufwendig. Denn bestehende Unterlagen aus dem Präsenzunterricht können nicht einfach übernommen werden, da sie in der Regel

nicht für Alleinlerner und für die Online-Darstellung ausgelegt, geschweige denn optimiert sind. Da bei der Erstellung viele Dinge zu berücksichtigen sind und eine etwaige Einbindung von multimedialen Elementen, die auch extra erstellt werden müssen, sowohl zeit- als auch kostenintensiv ist, sollten die Inhalte nicht nur für den einmaligen Einsatz erstellt werden. Um die Wiederverwendbarkeit zu erhöhen, ist einerseits die Berücksichtigung von Standards zu empfehlen. Andererseits sollten die Inhalte in kleine Einheiten zerlegt werden, die auch in anderen Kontexten nutzbar sind.<sup>517</sup>

Auf diese Weise entstehen die sogenannten **Lernobjekte**. Sie „kapseln Lerninhalte aller Art, um sie effizient zu speichern, wieder zu verwenden und um sie zwischen verschiedenen Lernplattformen leichter austauschen zu können“<sup>518</sup>. Sie sind also möglichst kleine und modulare Inhaltseinheiten, die sequentiell aneinandergereiht zu kompletten Kursen kombiniert werden können, aber auch einzeln abgeschlossene Einheiten darstellen.

Bei der Erstellung von E-Learning-Kursen und somit auch von Lernobjekten sollen folgende Eigenschaften eingehalten werden:<sup>519</sup>

- **Accessibility („Erreichbarkeit“); Discoverability („Auffindbarkeit“):** Soll sicherstellen, dass Lernobjekte such- und auffindbar sind (zumeist mithilfe von LMS)
- **Adaptability („Anpassbarkeit“):** Lernmaterialien/-objekte müssen von Autoren veränderbar sein, damit sie in verschiedenen Kontexten verwendet werden können
- **Affordability („Wirtschaftlichkeit“):** Steigerung der Effizienz und Produktivität durch die Berücksichtigung von Standards, Spezifikationen und Wiederverwendung von Lernmaterialien/-objekten.
- **Durability („Nachhaltigkeit“):** Möglichkeit zur Weiterverwendung von Lerninhalten/-objekten bei neuen Versionen von LMS oder anderer verwendeter Software
- **Interoperability („Austauschbarkeit“, „Kompatibilität“, „System- und Plattformunabhängigkeit“):** Lerninhalte/-objekte sollen plattformunabhängig und möglichst auch mit verschiedenen LMS verwendet werden können – bei Berücksichtigung von Standards.
- **Reusability („Wiederverwendbarkeit“):** Lerninhalte/-objekte sollen problemlos wiederverwendet werden können
- **Extensibility („Erweiterbarkeit“):** Möglichkeit zur problemlosen Erweiterung von bestehenden Lerninhalten/-objekten ohne weitere notwendige Software

<sup>517</sup> <http://ltsc.ieee.org/wg12/par1484-12-1.html>, abgerufen am 18.09.2011

<sup>518</sup> Pankratius et al. 2005, S. 1

<sup>519</sup> Montandon 2006, S. 4f, vgl. Ehlers 2003, S. 131f, Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Lernobjekt.>, abgerufen am 09.10.2012



- **Flexibility („Flexibilität bei der Gestaltung“):** Standards sollen weder technisches noch didaktisches Kursdesign einschränken
- **Manageability („Handhabbarkeit“):** Mit LMS gesammelte Daten bzgl. Lernenden, Lernleistungen oder Kursinhalte sollen nach einem Wechsel des LMS immer noch zur Verfügung stehen.

Inwieweit sich diese Lernobjekte einfach verändern, aktualisieren oder wiederverwenden lassen, hängt in der Praxis dann vom verwendeten Autorenwerkzeug ab (vgl. III.7.5.3) und davon, ob bei der Erstellung und Speicherung Standards berücksichtigt wurden (vgl. VI.1.1.1.7).

Innerhalb eines Lernobjekts ist in der Regel eine „Lektion“ des Gesamtkurses abgebildet. Darin kann der **Lernprozess**, also der Ablauf aller Lernvorgänge, die bei der Auseinandersetzung mit den Lerninhalten auftreten, im Sinne des selbst entwickelten, didaktischen Konzepts gesteuert oder beeinflusst werden, z.B. durch die Variation der Reihenfolge, die Auseinandersetzung mit bestimmten Facetten des Lernens, das Bearbeiten von Tests, die Sammlung von Feedback oder andere Mittel zur Beschäftigung mit dem eigenen Lernen, etc. Abbildung 60 zeigt ein Beispiel für die Anordnung von Inhalten in einem Lernobjekt.

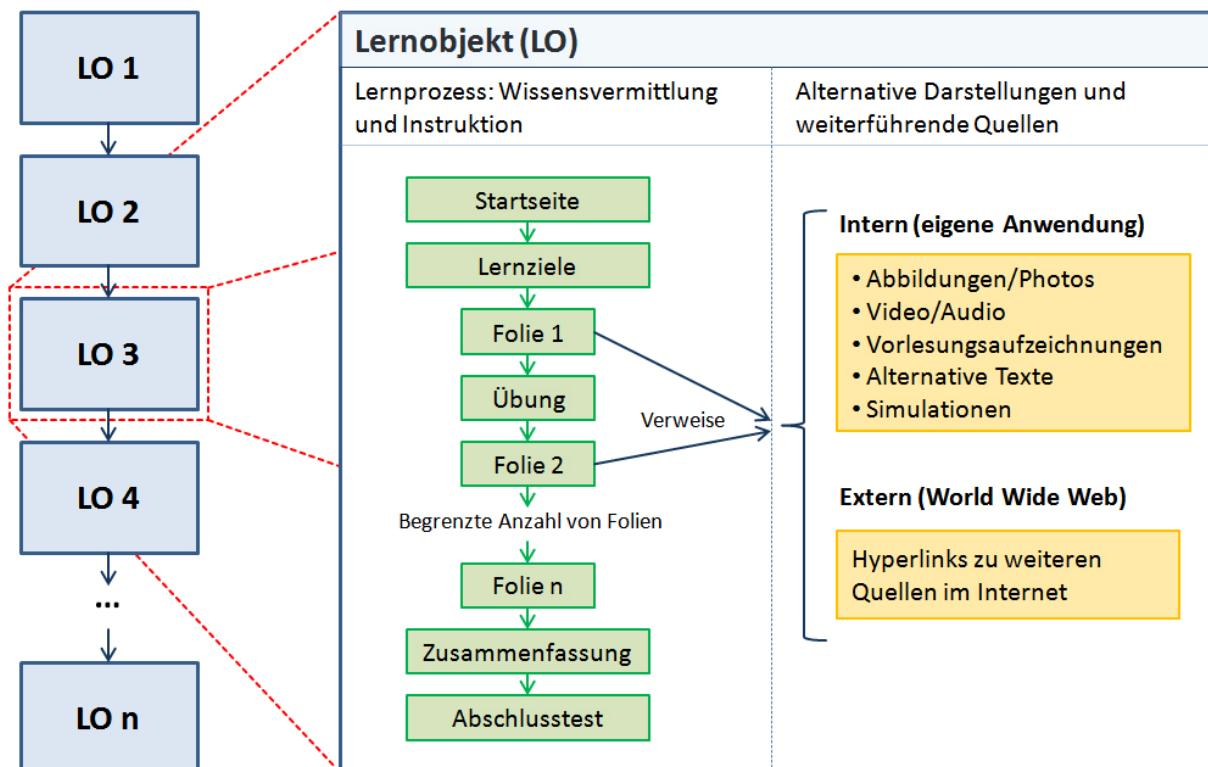


Abbildung 60: Aufbau eines Lernobjekts und Einbettung in den Lernprozess<sup>520</sup>

<sup>520</sup> Eigene Darstellung.

Lerninhalte können dabei durch vielfältige Techniken angereichert und aufgewertet werden. In stark technischen Bereichen, wie MINT-Disziplinen, können dies z.B. „*Alternative Darstellungen*“ sein, die im Grunde einfach eine andere Repräsentation der gleichen Inhalte sind, das Verständnis aber deutlich steigern können. Insbesondere seien hier die Stärken einer **multimedialen** Aufbereitung angesprochen, die erst durch die elektronische Auslieferung der Lerninhalte ermöglicht werden. Dabei reicht die Spanne von Abbildungen, über Video- und Audio-Darstellung oder Animationen und Simulationen. Die vielfältigen Möglichkeiten der Inhaltsgestaltung sind detailliert im Abschnitt III.6 beschrieben.

Für die Erstellung der Inhalte sind unterschiedliche Qualifikationen notwendig. Einerseits sind dies zunächst natürlich die *fachlichen Kompetenzen*, die im MINT-Bereich z.B. aus den Bereichen Chemie, Physik, Biologie, Mathematik oder Informatik stammen können. Zudem sollte die Abfolge der Inhalte einem didaktischen „roten Faden“ folgen, was z.B. ein „*Instruktionsdesigner*“ oder auch „*didaktischer Designer*“ unterstützen kann. Andererseits müssen diese „Rohinhalte“ dann in die richtige Form für die Präsentation im Internet gebracht werden. Vor allem beim Einsatz von multimedialen Elementen sind hier Profikennntnisse von *Mediengestaltern* und *Informatikern* gefragt.

#### **VI.1.1.2.3. Technik: Entwicklung der Softwarelösungen**

Vor der konkreten Umsetzung stehen in der Softwareentwicklung immer mindestens zwei Dinge: Die Erstellung eines Konzepts und die einer Spezifikation. In der zuvor beschriebenen Konzeptphase der Umsetzung (vgl. VI.1.1.2.1) wurden also schon die Weichen für die Realisierung gestellt, also geklärt, welche Anforderungen an das System gestellt werden, z.B. bezogen auf Inhalte, Multimedia, Verwaltung und Organisation von Kursen oder Studierenden. Daraus wurde von Informatikern oder dem umsetzenden Dienstleister eine Anforderungsliste für die zu installierenden, anzupassenden oder zu erstellenden Software-Module erstellt. Ein konkretes Beispiel für eine solche Liste ist in der Ausarbeitung des Rahmenwerks in Kapitel III.7.4 angeführt.

Für die Softwareentwicklung des E-Learning-Systems an sich gilt: Es ist grundsätzlich ein straffer Zeitplan festzulegen, der ausreichende „Zeitpuffer“ zum Ausgleich von Verzögerungen enthält. Je nach Anforderungskatalog kann der Entwicklungsteil aufwendig sein. Nämlich dann, wenn Standardlösungen nicht mehr ausreichen und selbst spezielle Funktionalitäten nachentwickelt werden müssen. Beispielsweise bedeutet die Installation und Konfiguration eines Open Source E-Learning-Produkts (z.B. LMS wie Moodle oder ILIAS) bis hin zu einer reibungslosen Nutzung einen Aufwand von wenigen Tagen. Mit einer solchen Lösung können schon sehr viele Standardfunktionalitäten abgedeckt werden (Erstellung/Darstellung der Inhalte, Forum, Chat, Studierendenverwaltung, Kursorganisation, etc.). Im MINT-Kontext sind

die Anforderungen aber in der Regel etwas komplexer: Ist beispielsweise die problemlose Darstellung von mathematischen Formeln innerhalb der Lernunterlagen für die Ausgabe auf lokalen und mobilen Geräten gefordert (was in MINT-Disziplinen eine Standardanforderung ist), wird ein Standard-System an seine Grenzen stoßen. Nun sind kreative Entwickler gefragt, die gewünschten Funktionalitäten nachzurüsten. In der Regel wird dafür ein Standardsystem mit den besten Eigenschaften hinsichtlich der eigenen Ziele gewählt und dann entsprechend ergänzt. Eine Umsetzung des oben angegebenen Beispiels für die Umsetzung eines Blended E-Learning-Systems für den MINT-Bereich ist im Kapitel IV.2 zu finden.

Die technische Umsetzung des E-Learnings liegt in den Händen von Spezialisten der Informatik. Dabei sind verschiedene Fachgebiete gefragt: von den Serveradministratoren oder Providern, die das Hosting (-Konzept) verantworten und bereitstellen, über die Webentwickler und –designer, die sich um die Webanwendung an sich und die Darstellung kümmern, teilweise auch bei der Erstellung der multimedialen Inhalte mitarbeiten, bis hin zu den Softwareadministratoren, die für den reibungslosen Betrieb des Softwaresystems zuständig sind.

#### **VI.1.1.2.4. Service und Verwaltung: Garantie eines nachhaltigen Betriebs**

Der Aufgabenbereich „Service und Verwaltung“ ist während der Entwicklung von E-Learning-Inhalten und -Software überwiegend durch die Koordinierung und Organisation der Durchführung von Einzelaufgaben geprägt, die im Rahmen des Projektmanagements definiert wurden. Eine wichtige Aufgabe ist hierbei beispielsweise die Überprüfung, ob die in der Planungsphase festgesetzten Milestones eingehalten werden (können). Denn in der Entwicklungs- und der späteren Implementierungsphase (d.h. die Einführung des E-Learnings in der Hochschule oder im Unternehmen) laufen viele Aufgaben parallel ab, wie z.B. die inhaltliche Erstellung der Lernmaterialien, multimediale Aufbereitung der Inhalte für E-Learning, Entwicklung, Installation, Konfiguration und Test der E-Learning-Software, Implementierung des E-Learning-Programms in der Bildungsinstitution oder im Unternehmen, Vorbereitung von Werbung für das neue Produkt und die Einarbeitung einer Verwaltung in das neue System. Vor allem bei der Erstellung von Inhalten kann es dabei zu Verzögerungen kommen, da die Autoren dies zumeist parallel zu ihren Aufgaben als Dozenten erledigen müssen. Begründet durch die bestehenden Abhängigkeiten hat dies eine unmittelbare Auswirkung auf andere Aufgabenbereiche, die dann auch mit Verspätungen zu kämpfen haben („Teufelskreislauf“). Erfahrungsgemäß sind auch bei Softwareprojekten (nicht nur im E-Learning-Kontext) vielfältige Faktoren anzutreffen, die Verzögerungen bedeuten können – z.B. fachliche (Mitarbeitern fehlen notwendige Qualifikationen, Einarbeitung verlängert sich), technische (Lösungsansätze müssen aufgrund technischer Restriktionen verändert, neu entwickelt werden) oder organisatorische (Manpower, Ausfall durch Krankheit). Diese sind realistisch einzuplanen, da sich im komplexen Umfeld der Anpassung von bestehenden Systemen selbst Kleinigkeiten schnell zu

großen „Zeitfressern“ aufbauen können. Sobald alle Entwicklungen abgeschlossen sind und das E-Learning-Angebot wirklich starten kann, sind dann Mitarbeiter gefordert, die die eigentlichen Aufgaben rund um „Service und Verwaltung“ des Produkts übernehmen. Dies wird z.B. die Administration der Software sein, der Support bei Fragen von Studierenden, das Qualitäts- und Nachhaltigkeitsmanagement, aber auch die Einstellung neuer Inhalte oder die Korrektur von bestehenden Materialien.

Da diese Aufgaben in der Regel eine gute Vernetzung und ein gutes „Standing“ innerhalb der Institution oder des Unternehmens erfordern, sollten die damit betrauten Personen keine „Neulinge“ sein – sowohl bezogen auf die Zugehörigkeit zur Hochschule oder zum Unternehmen als auch auf die Erfahrungswerte im Umgang mit anderen Entscheidungsträgern („soziale Kompetenzen“). Dies erleichtert (und ermöglicht) das Durchsetzen von Lösungen im Rahmen des E-Learnings, das vor allem in alteingesessenen Strukturen, bei älteren oder „technologiefeindlichen“ Kollegen sehr oft torpediert wird.

### **VI.1.1.3. Projektmanagement in E-Learning-Projekten**

#### **VI.1.1.3.1. Projektmanagement: Planung, Organisation und Budget**

Eine der wichtigsten Aufgaben im Rahmen der Umsetzung eines E-Learning-Projekts ist ein gutes und unabhängiges Projektmanagement (vgl. VI.1.1.2), um die unterschiedlichen Stellen/Disziplinen zu synchronisieren und den Projektbetrieb zu steuern. „Dies umso mehr, als häufig unterschiedliche Disziplinen (Didaktik, Grafik/Design, Informatik, Betriebswirtschaft), Abteilungen und Gruppen in ein Projekt involviert sind. Größere Projekte sind damit ohne ein zentrales Projektmanagement kaum professionell zu steuern.“<sup>521</sup>

*Definition **Projekt**:* Man spricht von einem Projekt, „wenn zeitlich prinzipiell begrenzte Aufgaben bearbeitet werden, die relativ neuartig, schwierig und mit Risiken behaftet sind, die Fragen und Probleme aufwerfen, die über das ‚normale‘ Management hinausgehen und meist auch interdisziplinäre Zusammenarbeit erfordern“.<sup>522</sup>

*Definition **Projektmanagement**:* Das Ziel des Projektmanagements ist es, „eine sorgfältige Planung sicherzustellen, bei der die Ziele eindeutig formuliert werden, Kontext und Bedarf einer genauen Analyse zu unterziehen und daraufhin eine realistische Ressourcenplanung einzuleiten“.<sup>523</sup>

---

<sup>521</sup> Niegemann et al. 2004, S. 95

<sup>522</sup> Reinmann-Rothmeier 2003, S. 83

<sup>523</sup> Reinmann-Rothmeier 2003, S. 84

Im Zuge der Realisierung eines E-Learning-Angebots sind für das mit dem Projektmanagement beauftragte Team z.B. folgende Aufgaben zu erfüllen bzw. Entscheidungen zu treffen:

- „Vermittlung der Projektziele gegenüber allen beteiligten Personen
- Zuweisung von Aufgaben und Verantwortlichkeiten
- Aufstellung von Zeitplänen und Überwachen von Terminen
- Organisation und Bereitstellung der erforderlichen Ressourcen zum richtigen Zeitpunkt
- Prüfung und Überwachung des Budgets und der Ausgaben
- Sicherstellen von effizienter Qualitätssicherung und –kontrolle
- Periodische Berichte über den Projektverlauf
- Bericht über die Fertigstellung des Programms
- Bericht über Ergebnisse des Programms nach der Implementierung
- Anlaufstelle für Kundenkontakte (Kommunikation mit Auftraggebern)“<sup>524</sup>

Natürlich finden nicht alle diese Aktivitäten gleichzeitig statt, sondern folgen unterschiedlichen Projektphasen (vgl. dazu auch die Aufführung im Abschnitt III.1):

<b>Planung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zielfindung</li> <li>• Kontextanalyse und Ressourcenplanung</li> <li>• Teamarbeit und Kooperation</li> <li>• Projektplan</li> </ul>
<b>Konzeption, Gestaltung, Umsetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normative Entscheidungen (z.B. Theorien)</li> <li>• Strategische Entscheidungen (vor allem Methoden bzw. Lehrformen)</li> <li>• Operative Entscheidungen (Medien und konkrete Gestaltungsmaßnahmen)</li> </ul>
<b>Pilotierung, Qualitätsmanagement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilotierung (Evaluation)</li> <li>• Echtbetrieb (Implementation)</li> </ul>

**Tabelle 36: Phasen des Projektmanagements bei der Einführung von Blended E-Learning<sup>525</sup>**

Grundsätzlich empfehlenswert ist ein unabhängiges und weisungsbefugtes Projektmanagement, das vor allem in stark verteilten Projektverbänden für die nötige Transparenz sorgen kann. Zudem sind neben einer gründlichen Planung der Ziele und Bedarfe zu Projektbeginn und der kontinuierlichen Zeit-/Ressourcen-/Budgetplanung vor allem die Zusammensetzung des Projektteams und die Zuordnung von Personen zu entsprechenden Aufgaben (-Paketen) für das Erreichen der Projektziele ausschlaggebend.<sup>526</sup> Beim Zusammenstellen des Projektteams muss z.B. darauf geachtet werden, dass alle für das Erreichen der Projektziele erforderlichen Qualifikationen und Fertigkeiten vorhanden sind und an der richtigen Stelle eingesetzt werden, eine Organisationsstruktur und Hierarchie entwickelt wird, aus der verschiedene Rol-

<sup>524</sup> Vgl. Niegemann et al. 2004, S. 91

<sup>525</sup> Reinmann-Rothmeier 2003, S. 85

<sup>526</sup> Vgl. Hohenstein 2004, S. 6

len sowie zugehörige Aufgabenbereiche für jeden Mitarbeiter hervorgehen und somit klar ist, wer für was verantwortlich ist und, dass genügend Personal (-Ressourcen) für die Erledigung der Aufgaben zur Verfügung stehen.<sup>527</sup> In der Regel entscheidet sich das Gelingen und der nachhaltige Betrieb eines E-Learning-Projekts allerdings durch einen einfacheren Punkt: das Budget. Zumeist enden deshalb viele Initiativen vor einem Regelbetrieb oder realisieren weit- aus weniger Ergebnisse als geplant.

Dieses Rahmenwerk bezieht sich primär auf die technische Umsetzung und Ausgestaltung. Somit werden Hintergründe zum Projektmanagement, weitere organisatorische oder rechtliche Fragestellungen, die bei der Implementierung in einer Bildungsinstitution auftreten, hier weitestgehend ausgeklammert. Weitere Informationen zur grundsätzlichen Durchführung eines E-Learning-Projekts und der zugrunde liegenden Projektmanagemententscheidungen finden sich in Form von Checklisten (z.B. zur Zielfindung, Projektdurchführung, Ressourcenplanung, Pilotierung, vgl. VI.1.1.3) oder in weiterer Literatur<sup>528</sup>.

#### **VI.1.1.3.2. 10 Goldene Regeln des E-Learnings**

Trotz des amüsanten Titels sollten sie ernst genommen werden – Empfehlungen bei der Erstellung von E-Learning-Lösungen sind die „10 goldenen Regeln“ und die „1 Todsünde“.

##### **„1 Todsünde**

- Verwendung vorhandener Lehrmaterialien für e-learning.

##### **10 goldene Regeln**

- Der Lernende kann verschiedene Lernstile wählen und zwischen ihnen beliebig wechseln.
- Der Lernende kann individuell und kooperativ lernen.
- Der Lernende wird durch menschliche Mentoren/Tutoren betreut.
- Der Lernende wird aktiviert und aktiv gehalten.
- Der Lernstoff wird multimedial angepasst an den Inhalt gestaltet.
- Der Lernstoff sollte sinnvoll intern und sparsam extern verlinkt sein.
- Der Lernende muss jederzeit seinen Wissensstand überprüfen können.
- Der Lernende sollte alle 20 bis 30 Minuten ein Erfolgserlebnis haben.

---

<sup>527</sup> Vgl. Niegemann et al. 2004, S. 95

<sup>528</sup> Zum Beispiel im „Kompendium E-Learning“ von Niegemann et al. 2004 oder in England, Finney 1999.

- Der Lernstoff muss aktuell sein.
- Lernende müssen eigene Wissensbausteine erstellen können.“<sup>529</sup>

### VI.1.1.3.3. Checkliste: Zielfindung in Blended E-Learning-Projekten

Projektziele	
Proaktive Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geht es mir/uns vorrangig um eine Innovation in der Hochschullehre?</li> <li>• Wenn ja: Wie lässt sich dies genauer beschreiben?</li> </ul>
Reaktive Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geht es mir/uns vorrangig um die Lösung eines akuten Problems?</li> <li>• Wenn ja: Wie lässt sich dies genauer beschreiben?</li> </ul>
Kombinierte Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geht es mir/uns vorrangig darum, die Lösung eines Problems mit einer Innovation zu verbinden?</li> <li>• Wenn ja: Wie lässt sich dies genauer beschreiben?</li> </ul>
Andere Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche anderen Beweggründe liegen meinem/unserem Projekt zugrunde?</li> <li>• Wie lassen sich die damit verbundenen Ziele genauer beschreiben?</li> </ul>
Zielgruppe	
Demographische Daten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welchen Umfang hat meine/unsere Zielgruppe?</li> <li>• Wie ist die Geschlechts-/Altersverteilung?</li> <li>• Wie steht es um die regionale Verteilung und die Mobilität?</li> <li>• Welche technische Ausstattung steht der Zielgruppe zur Verfügung?</li> </ul>
Fachliche Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Was weiß meine Zielgruppe über den zu vermittelnden Gegenstand?</li> <li>• Handelt es sich um Novizen, Fortgeschrittene oder Experten?</li> </ul>
Überfachliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Lern- und Medienkompetenz bringt die Zielgruppe mit?</li> <li>• Welche anderen Kompetenzen/Lernstile können vorausgesetzt werden?</li> </ul>
Motivation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Von welcher Motivation kann man bei der Zielgruppe ausgehen (mehr extrinsisch oder intrinsisch)?</li> </ul>
Homogenität/Heterogenität	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie homogen/heterogen ist die Zielgruppe in welchen Merkmalen?</li> <li>• Im Falle einer heterogenen Gruppe: Wie setzt sich diese zusammen?</li> </ul>
Lehr-Lernziele/-inhalte	
Gegenstandsbereich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Was soll vermittelt werden?</li> <li>• Wie lässt sich der Gegenstandsbereich beschreiben und eingrenzen?</li> </ul>
Wissen/Wissensmerkmale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie kann man das zu vermittelnde Wissen genauer charakterisieren?</li> <li>• Handelt es sich eher um Fakten- oder um Handlungswissen?</li> <li>• Stehen fachliche Strukturen oder (fachübergreifende) Phänomene im Vordergrund?</li> <li>• Wie komplex ist das zu vermittelnde Wissen und welche Vorkenntnisse werden entsprechend vorausgesetzt?</li> </ul>
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wozu sollen die Inhalte vermittelt werden bzw. was sollen die Lernenden mit den Inhalten tun können (z.B. Grundlage für weiteren Wissenserwerb; unmittelbare Anwendung des Wissens etc.)?</li> <li>• Wie sollte sich der Lernerfolg (bezogen auf die Ziele) zeigen (Operationalisierung der Lernziele)?</li> </ul>

**Tabelle 37: Checkliste – Zielfindung innerhalb eines Blended E-Learning-Projekts<sup>530</sup>**

<sup>529</sup> <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/LERNEN/Elearning.shtml>, abgerufen am 30.05.2012

<sup>530</sup> Tabelle komplett entnommen aus Reinmann-Rothmeier 2003, S. 89

#### VI.1.1.3.4. Checkliste: E-Learning-Projekte erfolgreich managen

Für die Durchführung von Blended E-Learning-Projekten seien exemplarisch einmal diese – sich teilweise überlappenden – Checklisten für das Projektmanagement angegeben.

##### 1. Checkliste für das Projektmanagement von E-Learning-Projekten:

- *„Analyseplanung:* Wie stellt sich die Ausgangslage hinsichtlich Funktionen, Prozessen, Informationen und Strukturen dar? Gibt es Probleme? Ist ein Hauptproblem erkennbar?
- *Zielplanung:* Was soll wann und wo erreicht werden? Wie viel soll erreicht werden?
- *Anforderungsplanung:* An welcher Stelle muss was und wie viel an einer bestehende Situation verändert werden?
- *Ideenplanung:* Wie lässt sich die gewünschte Leistung möglichst einfach, schnell, günstig und in ausreichender Qualität erreichen?
- *Entwurfsplanung:* Wie sieht die fachliche Lösung aus? Gibt es hierzu eine oder mehrere Lösungen? Aus welchen Teilen bzw. Komponenten besteht die Leistung?
- *Vorgehensplanung:* Wie und in welchen Schritten soll das Ziel erreicht werden? (Welche Aufgaben müssen erledigt werden, durch wen, bis wann, womit? Welche Kosten werden erwartet?)
- *Phasenplanung:* Wie soll die erste bzw. nächste Phase detailliert ablaufen? (Durch welche Aufgaben? Durch wen? Wann bzw. bis wann?)
- *Erfolgsplanung:* Wovon hängt der Erfolg des Projekts am meisten ab? Wer leistet dazu den größten Beitrag? Welche Risiken bestehen? Welche Maßnahmen erhöhen den Erfolg?<sup>531</sup>

##### 2. Checkliste für erfolgreiches E-Learning-Projektmanagement

Problembereich	Lösungen
Projektdefinition/ Projektstart	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergessen Sie nicht die klare Formulierung der Projektziele!</li> <li>• Beachten Sie, dass eine Kenntnis der Ausgangssituation hilfreich ist! Dies betrifft insbesondere das Wissen um die Stakeholder im Projekt und ihre angemessene Berücksichtigung.</li> <li>• Der Projektauftrag sollte schriftlich fixiert sein.</li> <li>• Führen Sie eine Projekt-Startup-Veranstaltung (ein Kickoff) durch!</li> </ul>
Personelle Probleme (Verständigung im Projektteam, Projektleitung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuchen Sie ein gutes Projektteam zu bilden (kompetente Teilnehmer, ...). Welche Personen können Informationen liefern?</li> <li>• Stellen Sie sicher, dass die meist vorhandene Doppelbelastung der Teammitglieder wegen anderer Tätigkeiten sich nicht auf den Projekterfolg negativ auswirkt!</li> <li>• Information ist wichtig!</li> <li>• Prüfen Sie auch die Hinzuziehung externer Fachkräfte/Berater, denn gerade E-Learning-</li> </ul>

<sup>531</sup> Niegemann et al. 2004, S. 94



	Projekte lassen sich oft nur mit entsprechender Unterstützung realisieren! Regeln Sie dabei auch die organisatorische Einbettung!
Realisierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeiten Sie gemäß Zeit- und Kostenplänen. Aber seien Sie auch flexibel.</li> <li>• Die Zeit-, Kosten- und Kapazitätsplanung muss permanent aktualisiert werden (in der Regel wöchentlich oder monatlich)</li> <li>• Beachten Sie das soziale Umfeld. Welche Stellen nehmen Einfluss auf das Projekt? Wer sind die Abnehmer der Projektergebnisse?</li> <li>• Prüfen Sie, ob zusätzliche Ressourcen eingesetzt werden müssen, um den Projekttermin einhalten zu können!</li> <li>• Holen Sie in bestimmten Zeitabständen Projekt-Fortschrittsberichte von den Projektbeteiligten ein! Hilfreich ist eine Berichterstattung in festen Zeitabständen.</li> </ul>
Projektabschluss	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellen Sie einen Projektabschlussbericht! Dieser kann auch eine wichtige Dokumentationsfunktion erfüllen.</li> <li>• Weiterentwicklung/Verstetigung der Ergebnisse</li> </ul>

**Tabelle 38: Checkliste – E-Learning-Projekte erfolgreich managen**<sup>532</sup>

### VI.1.1.3.5. Checkliste: Kontextanalyse und Ressourcenplanung

<b>Finanzieller Spielraum</b>	
Vorhandene Mittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gibt es eine ausreichend gute finanzielle Ausstattung des Lehrstuhls, auf der man aufbauen kann?</li> <li>• Gibt es bereits bewilligte Fördergelder, mit denen man kalkulieren kann?</li> </ul>
In Aussicht stehende Mittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gibt es Möglichkeiten, Fördergelder (aus Bund, Ländern, Stiftungen, etc.) zu beantragen? Wie wahrscheinlich ist die Bewilligung von Fördergeldern?</li> <li>• Gibt es Möglichkeiten, an finanzielle Unterstützung seitens der Wirtschaft zu kommen (Sponsoring, Kooperation)?</li> </ul>
Voraussichtliche Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit welchen Kosten ist voraussichtlich zu rechnen, wenn man von den ersten Zielsetzungen des Projekts ausgeht?</li> <li>• Welche Differenzierung ergibt sich aus den voraussichtlichen Kosten und vorhandenen Mitteln?</li> </ul>
Finanzplan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung eines ersten Finanzplans (Sachmittel, Personalmittel, sonstige Mittel) für das Projekt</li> <li>• Berücksichtigung flexibler Kosten bzw. Kosten, die man erst nach der Konzeption und Gestaltung genauer beziffern kann.</li> </ul>
<b>Verfügbarer Zeitraum</b>	
Geplanter Beginn und geplantes Ende	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wann kann das Projekt realistischerweise beginnen?</li> <li>• Wann müsste das Projekt nach bisherigem Stand der Dinge beendet sein?</li> <li>• Zu welchen Zeitpunkten sollten einzelne Ziele daraufhin überprüft werden, ob sie erreicht sind?</li> </ul>
„Innere“ Zeitfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welchen Zeitrahmen kann ich den Projektbeteiligten „zumuten“?</li> <li>• Gibt es ein Minimum und ein Maximum an Zeit, innerhalb derer zeitliche Phasen auch flexibel geplant werden können?</li> </ul>
„Äußere“ Zeitfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gibt es durch Förderungen u.ä. vorgegebene Zeitpunkte der Zeiträume?</li> <li>• Muss sich die zeitliche Planung an Semestern oder anderen (hochschulspezifischen) Zeitpunkten orientieren?</li> </ul>
Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung eines ersten Zeitplans für das Projekt</li> <li>• Einkalkulierung von „Pufferzeiten“.</li> </ul>
<b>Personelle Kapazitäten</b>	
Personen am eigenen Lehrstuhl	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie viele und welche wissenschaftlichen und studentischen Mitarbeiter können (und</li> </ul>

<sup>532</sup> Tabelle komplett entnommen aus Hohenstein 2004, 3.2, S. 12f

	wollen) am Projekt mitarbeiten? • Gibt es geeignete Studierende, die man etwa durch Abschlussarbeiten in das Projekt involvieren kann?
Personen außerhalb des eigenen Lehrstuhls	• Wie viele und welche anderen Hochschulangehörige aus der gleichen Fakultät oder aus anderen Fakultäten oder anderen Hochschulen kommen als Projektpartner in Frage? • Gibt es Kooperationsmöglichkeiten mit Personen aus der Wirtschaft und in welchem Umfang könnten diese dem Projekt zur Verfügung stehen?
<b>Technische Grundlagen</b>	
Vorhandene technische Ausstattung	• Welche Infrastrukturen, Hard- und Software sind am Lehrstuhl, an der Fakultät bzw. an der Hochschule vorhanden? • Worauf habe ich/haben wir zuverlässig Zugriff?
Vorhandene technische Unterstützung	• Gibt es technisches Personal und/oder medientechnisch versierte wissenschaftliche und studentische Mitarbeiter? • Wer von diesen würde im Bedarfsfall mit Sicherheit zur Verfügung stehen?
Rechenzentrum	• Wie steht es um die Kooperationsbereitschaft des zuständigen Rechenzentrums?

**Tabelle 39: Checkliste – Kontextanalyse und Ressourcenplanung<sup>533</sup>**

### VI.1.1.3.6. Checkliste: Pilotierung

<b>Entwicklung eines Evaluationskonzepts</b>	
1. Schritt: Ziele	• Rückgriff auf die Ziele (Projektziele/Lehr-Lernziele) in der Planungsphase • Ziele zu Evaluationskriterien machen
2. Schritt: Evaluationsdesign	• Formatives und/oder summatives Modell wählen • Quantitative und/oder qualitative Daten fokussieren • Evaluationsgegenstand festlegen • Erhebungszeitpunkte bestimmen • Möglichen Aufwand einschätzen
3. Schritt: Evaluationsmethoden	• Bestimmung der Evaluationsmethoden • Auswahl aus: Dokumentenanalyse, Befragung, Beobachtung, Tests und empirischer Untersuchungen
<b>Koordination der Rahmenbedingungen</b>	
Fragen als Checklisten gestalten	• Zeitliche Faktoren • Personelle Faktoren • Technische Faktoren etc.
„Drehbuch“ erstellen	• Wichtige Aktivitäten in einzelnen Phasen festlegen • „Drehbuch“ als externe Gedächtnisstütze verwenden
<b>Schaffung von Transparenz</b>	
Was transparent zu machen ist	• Ziele und Hintergründe des Projekts • Evaluationskonzept und Rolle der Studierenden • Projektteam und Ansprechpartner
Wie man etwas transparent macht	• Mündlich in Präsenzveranstaltungen • Elektronisch in Online- und Offline-Elementen
<b>Offensiver Umgang mit Fehlern und bedarfsorientierte Anpassungen</b>	
Lernen aus Fehlern	• Den Pilotcharakter in der ersten Durchführung verdeutlichen • Kritik und Probleme ernst nehmen und tatkräftig aufgreifen

<sup>533</sup> Tabelle komplett entnommen aus Reinmann-Rothmeier 2003, S. 92

Anpassungen im Prozess	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kritik und Probleme, aber auch Anregungen als Änderungsimpulse aufnehmen</li> <li>• Änderungen im Prozess reflektiert und sparsam vornehmen</li> <li>• „Echten“ Bedarf vor größeren Änderungen abklären</li> <li>• Fehlerkorrekturen vermeiden</li> </ul>
------------------------	--

Tabelle 40: Checkliste – Pilotierung<sup>534</sup>

#### VI.1.1.4. Erfolgsfaktoren oder -garantien für E-Learning-Angebote?

Viele Erfolgsfaktoren für E-Learning-Angebote werden bereits bei der Planung beeinflusst. Zunächst sind darunter alle „offensichtlichen“ Dinge zu verstehen, wie eine bestmögliche Ausrichtung der Inhalte und der Software, bezogen auf die Bedürfnisse der beteiligten Zielgruppen. Weiterhin alles, was sich Studierende auch im Präsenzstudium wünschen: Reibungsloses Studium (hier: Funktionieren der Software), aktuelle und qualitativ hochwertige Lerninhalte, gute Übungen, faire Prüfungen, nette Dozenten, Spaß, etc. Eine allgemeine Empfehlungsliste bei der Entwicklung von „gutem E-Learning“ könnte z.B. so aussehen:

- „to build up *standardized* databases of study materials and study results [...]
- to use Internet communication tools in an *effective way*
- not to overrate e-learning, but to perceive it as just another *teacher's tool*
- to develop the institutional strategy including human sources development, to eliminate expenses by building up thematic *exchange networks* based on standards
- to introduce *multi-level* e-learning according to user skills and learning models, i.e., from so-called lite e-learning portals for beginners up to complex LMS/LCMS with virtual classrooms for advanced users
- to use simple and *user-friendly* e-learning portals with public information for the third parties
- to apply *blended learning* models
- not to replace the personal relationship between teacher and student, but on the contrary, to support the development of this relationship as well as *creativity* and *humanity* of all participants”<sup>535</sup>

Die Berücksichtigung dieser Empfehlungen ist sicherlich ein Schritt in die richtige Richtung, eine Garantie für den Erfolg von E-Learning können diese gleichwohl nicht geben. Letztendlich wird es immer die steuernde Organisation sein, die eigene Faktoren definiert, anhand derer sie ihren E-Learning-Erfolg messen oder bewerten möchte.

<sup>534</sup> Tabelle komplett entnommen aus Reinmann-Rothmeier 2003, S. 112

<sup>535</sup> Kocur 2009, S. 25

Mit der Frage nach dem Erfolg von E-Learning sind in der Regel auch die Begriffe **Qualität**, bzw. **Qualitätsmanagement** und **Nachhaltigkeit**, verbunden. In Bezug auf die Qualität des E-Learnings ist es ähnlich wie bei den Erfolgsfaktoren auch hier schwierig, allgemeine Anforderungen zu definieren. Die *Qualität* könnte beim E-Learning z.B. anhand dieser Perspektiven gemessen werden:<sup>536</sup>

- Aus *subjektiver* Sicht der **Betreiber** (Institution, Unternehmen, Dozenten): Prozess- oder produktorientierte Betrachtung der Qualität des Bildungsangebots, z.B. Softwareprodukt, neuartige didaktische Methoden, kommerzieller Erfolg, etc.
- Aus *subjektiver* Sicht der **Studierenden**: Via Umfragen unter Studierenden werden Rankings<sup>537</sup> erstellt. Qualitätskriterien beziehen sich dann auf für Benutzer und Lerner Relevantes, wie z.B. reibungsloser Ablauf, Bildungsinstitut freundlich oder zukommend, Lernmaterial, Lernerfolg, Software, Spaß, etc.
- Allgemeine und „*objektive*“ **Kriterien** (DIN/ISO) im Sinne der Qualitätssicherung die zur Zertifizierung führen: Es gibt verschiedene Spezifikationen für die Qualität von Bildungsangeboten, wie z.B. DIN PASS 103-1/2, PAS 1037, PAS 1068, PAS 1069, ISO 19796-1/3, ISO 9241 und andere nach ISO 9000ff.<sup>538</sup>

Es ist davon auszugehen, dass die Kombination der obigen Verfahren den „realistischsten“ Eindruck über die Qualität des Angebots bieten wird. Für eine Zertifizierung ist eine standardisierte Bewertung empfehlenswert, um neue Studierende über „Mundpropaganda“ (real oder im Web 2.0) zu gewinnen, sollte die subjektive Meinung der Studierenden berücksichtigt werden. Es kann zusammenfassend gesagt werden, dass die Qualität des E-Learnings durch eine effektive und auf die Zielgruppen ausgerichtete Kombination von Lerninhalten, Didaktik, Softwarelösung und einem reibungslosen Betrieb bestimmt wird.

Die *Nachhaltigkeit* des E-Learning-Angebots (die auch ein Indiz für die Qualität ist), kann daran bemessen werden, ob ein *nachhaltiger Betrieb* garantiert werden kann. Dies bezieht sich einerseits darauf, ob das E-Learning-Angebot über einen längeren Zeitraum Bestand hat oder, ob es nach dem Ende der Förderung wieder vom Bildungsmarkt verschwindet. Andererseits könnten hiermit (software-) technische Überlegungen eine Rolle spielen, wie z.B., wie robust die Software oder die Lerninhalte in Bezug auf neue Geräte, Betriebssysteme, Versionsprünge von zugehörigen Techniken für Audio, Video, etc. sind (Plattformunabhängigkeit).<sup>539</sup> Erfahrungsgemäß ist es für den nachhaltigen Betrieb förderlich, wenn eine langfristi-

<sup>536</sup> Eigene Darstellung, vgl. <http://www.e-teaching.org/projekt/nachhaltigkeit/qualitaet/>, abgerufen am 03.07.2012

<sup>537</sup> Z.B. Hochschulranking „CHE“, <http://www.e-teaching.org/projekt/organisation/oeffentlichkeitsarbeit/evaluation/hochschulranking>, abgerufen am 03.07.2012

<sup>538</sup> Eine Übersicht und weitere Informationen finden sich unter IV.11.

<sup>539</sup> Vgl. <http://www.e-teaching.org/projekt/nachhaltigkeit/>, abgerufen am 03.09.2011

ge finanzielle Sicherheit zur Unterhaltung des Angebots sichergestellt ist, alle Standards und Trends rund um die technische Umsetzung bestmöglich beachtet wurden und es innerhalb des Projekts und der Institution nur wenig Fluktuation unter den Mitarbeitern gibt.

### VI.1.2.E-Learning vs. Blended E-Learning

In der bisherigen Diskussion des E-Learnings wurde gezeigt, dass es eines der größten Probleme im Umgang mit E-Learning ist, dass sich ausschließlicher Fernunterricht (eben ohne Präsenzphasen) negativ auf die Motivation der Lerner auswirkt und so ein häufiger Grund für Frust, fehlende Lernerfolge oder sogar den Abbruch des (E-Learning-basierten) Studiums an sich ist. Diesem Umstand begegnet Blended Learning.

#### VI.1.2.1. Definition von Blended Learning und Abgrenzung zum E-Learning

In der englischsprachigen Literatur wird Blended Learning oft als „*The Best of Both Worlds*“ bezeichnet, was den Charakter der Kombination zweier Konzepte zur Minimierung von Problemen des Gesamten unterstreicht. Allgemein versteht man unter **Blended Learning**<sup>540</sup> „ein integriertes Lernkonzept, das die heute verfügbaren Möglichkeiten der Vernetzung über Internet oder Intranet in Verbindung mit ‚klassischen‘ Lernmethoden und -medien in einem sinnvollen Lernarrangement optimal nutzt [... und] Lernen, Kommunizieren, Informieren und Wissensmanagement, losgelöst von Ort und Zeit in Kombination mit Erfahrungsaustausch, Rollenspiel und persönlichen Begegnungen im klassischen Präsenztraining [ermöglicht].“<sup>541</sup> Unter *Blended Learning-Systemen* sollen analog dazu Softwareumsetzungen verstanden werden, die dies unterstützen.<sup>542</sup>

Die Einführung von Blended Learning bietet die Chance für didaktische Innovationen. Der Einsatz multipler Theorien, Methoden und Medien, die sich durch E-Learning und den Präsenzteil ergeben, lassen neue Lernszenarien entstehen, die Prozesse und Strategien des Lernens und Lehrens nachhaltig verändern.<sup>543</sup> Ein Beispiel dafür könnte ein im Präsenzteil (Projekt/Übung) gemeinsam erarbeitetes Online-Dokumente sein, das später beim Online-Lernen allen Lernern für die weitere Bearbeitung oder zum Nachvollziehen zur Verfügung steht.

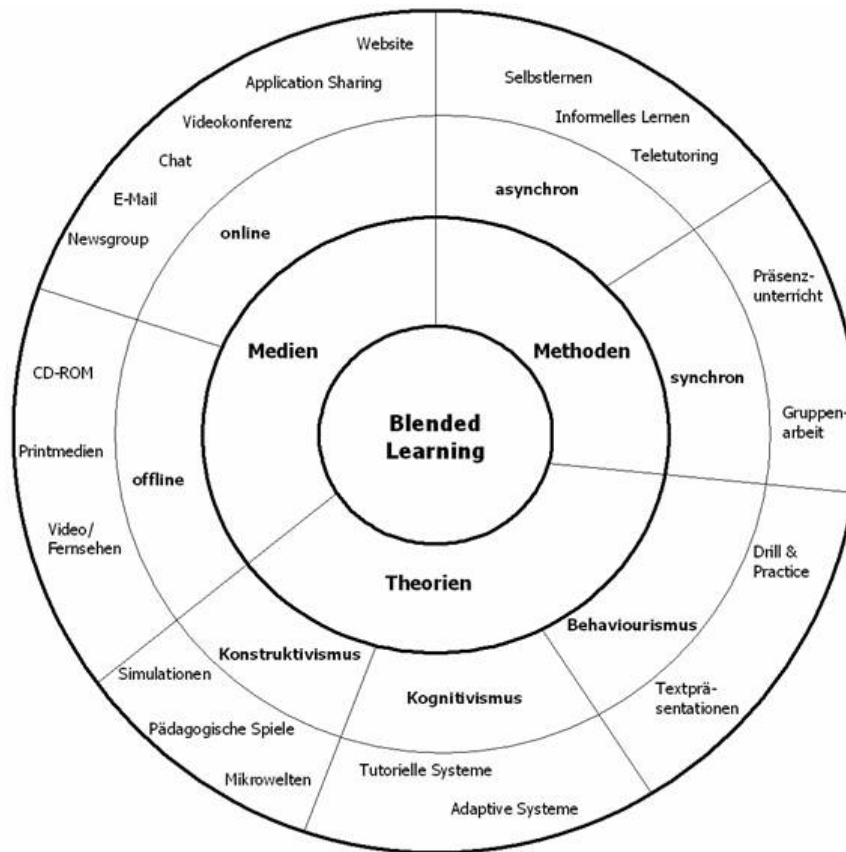
---

<sup>540</sup> Die Begriffe „Integriertes Lernen“, „Vermischtes Lernen“ und „hybride Lernarrangements“, werden synonym zu „Blended Learning“ verwendet.

<sup>541</sup> Vgl. Sauter et al. 2004, S. 68

<sup>542</sup> Vgl. Reinmann-Rothmeier 2003, S. 14

<sup>543</sup> Reinmann-Rothmeier 2003, S. 42f



**Abbildung 61: Methoden-, Medien- und Theorienmix des Blended Learning<sup>544</sup>**

Allerdings ist Blended Learning – als vermischtes Lernen – auch immer nur ein Kompromiss zwischen zwei Welten. Einen Vergleich der Unterschiede zwischen reinem E-Learning, Blended Learning und reinem Präsenzunterricht zeigt die folgende Tabelle:

Items	Classroom	E-learning + classrom (blended learning)	100% E-learning
Efficiency on learning time	Low	Medium	High
Efficiency on cycle time	Low	Medium	High
Productivity	Negative	Positive	Positive

**Tabelle 41: Auswirkungen/Unterschiede bei Präsenzunterricht, E- und Blended Learning<sup>545</sup>**

Dieser Vergleich zeigt, dass die geplante Ausrichtung des E-Learning-Angebots (Präsenz- vs. Online-Teil) speziell auf die eigene Zielsetzung anzupassen ist, sodass die gewünschten Effekte auch entsprechend zum Tragen kommen. Diese Abwägung sollte vor dem Beginn einer Umsetzung erfolgen.

<sup>544</sup> Wiepcke 2006, S. 69

<sup>545</sup> Rosenberg 2001 in Huang 2010, S. 52

Im Allgemeinen steht Blended Learning für folgende Ziele:

- „Die Präsenzlehre und das Selbststudium der Studierenden können durch den Zugriff auf Informations-Ressourcen und Lernobjekte, auf Daten und Medien im Internet erheblich bereichert werden
- Die Betreuung der Studierenden kann auch in den Phasen zwischen den Lehrveranstaltungen verbessert und durch dafür speziell entwickelte Lernmaterialien und computer-gestützte Kommunikationsmethoden unterstützt werden
- Durch Einbeziehung des Internets in die Lehre können die Aktualität und der Umfang der Lehrinhalte gesteigert werden
- Die Chance für Studierende, die durch besondere Bedingungen am Präsenzstudium nur eingeschränkt teilnehmen können, können durch eLearning stark verbessert werden: In ihrer Mobilität behinderte (Studierende), temporär erkrankte Studierende, halb oder voll berufstätige Mütter mit kleinen Kindern und Studierende mit Auslandsstipendien können orts- und zeitunabhängig an Lehrveranstaltungen teilnehmen und müssen auf die Weise kein Semester versäumen.“<sup>546</sup>

Im folgenden Abschnitt wird das Blended Learning nun vor dem Hintergrund der zugehörigen Eigenschaften sowie Vor- und Nachteile diskutiert.

#### VI.1.2.2. Vorteile, Nachteile und Herausforderungen von Blended E-Learning

Durch die Erweiterung des reinen Online-Lernens beim Blended Learning um einen Präsenzteil entstehen u.a. folgende **Vorteile**:<sup>547</sup>

- **Verbesserte Pädagogik:** Digitale, vielfältige Lerninhalte zur Vorbereitung und reale Ansprechpartner zur Vertiefung und Anwendung des gelernten
- **Verbesserter Zugang und erhöhte Flexibilität:** Zeitlich und räumlich uneingeschränkter Zugang zu Lernmaterialien steigert die Motivation und oft auch Lernergebnisse der Lerner. Zeitliche Flexibilität und Freiheit der Zeiteinteilung ist vor allem für Teilzeitstudierende obligatorisch. Dennoch sind durch die Präsenzanteile immer noch ein sozialer Austausch und fachlicher Diskurs im Klassenraum möglich.

Die Chance zum realen Diskurs („Fachgespräche“, vgl. dazu auch III.5.2.3) kann vor allem in ansonsten überwiegend online-basierten Aus- und Weiterbildungsprogrammen für die vereinfachte Anrechnung von Vorkenntnissen und damit zur Verkürzung der Studienzeite sorgen.

---

<sup>546</sup> Schulmeister, R. 2006, S. 3f

<sup>547</sup> Vgl. Graham 2004, S. 7f

- **Verbesserte Wirtschaftlichkeit:** Durch Blended Learning-Angebote erreicht man in kurzer Zeit und mit einfachen Mitteln eine große Gruppe von Lernern, die nicht (immer) am gleichen Ort sein müssen und kann sie digital mit Lerninhalten versorgen.

Bei einer zielgruppenspezifischen Betrachtung ergibt sich für das Individuum der Vorteil, dass neben den Möglichkeiten durch das E-Learning vor allem die Präsenztermine hinzugekommen sind, die als eine Chance zur Klärung von Verständnisfragen gesehen werden und auch zur Steigerung und Aufrechterhaltung der Motivation beitragen können. Für Anbieter von (Blended-) E-Learning-Angeboten bietet sich ein Vergleich von reinem Präsenzunterricht und E-Learning unter ökonomischen Gesichtspunkten an:

Cost element	Classroom	E-Learning
<i>Fixed cost:</i>		
Facilities or buildings	High	Low
Computer equipment	Low	High
Travel cost	High	Low
To deliver course cost	High	Low
Maintenance	Low	High
Diverted labour	High	Low
<i>Variable cost:</i>		
Prior arrangement for programs	Low	High
Technological	Low	High
Estimation	Low	High
Collaboration	Low	Low

**Tabelle 42: Kostenvergleich: Präsenzunterricht und E-Learning<sup>548</sup>**

Diese Gegenüberstellung zeigt z.B., dass sich (ausgehend von reiner Präsenzlehre) durch die elektronische Anreicherung der Lehre Kosteneinsparungspotentiale realisieren lassen. Dies wird in viele Institutionen als ein Grund angesehen, in manchen Veranstaltungen verstärkt auf eine elektronische Anreicherung zu setzen. Generell ist die Einführung von Blended Learning für innovationswillige und bislang unentschlossene Institutionen von Vorteil. Denn dadurch werden „Innovationsbarrieren“ abgebaut, wie die folgende Übersicht zeigt:

Innovationsbarrieren (vgl. VI.2.2.4)	Bewältigung/Umgehung durch Blended Learning (im Vergleich zum E-Learning)
Finanz- und Personalnotstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besseres Kosten-Nutzen-Verhältnis</li> <li>• Chance für intelligentere Investition</li> </ul>
Mängel im System	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementation ohne zu große organisatorische Hürden</li> <li>• Teilweise Anpassung an Bestehendes</li> </ul>
Fehlende Anreizsysteme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auch hier leider keine äußeren Anreize</li> <li>• Motivierung durch effizient zu erreichende Lehr-Lernerfolge</li> </ul>

<sup>548</sup> Rosenberg 2001 in Huang 2010, S. 52



Kompetenzdefizite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine außergewöhnlichen (technischen) Kompetenzen nötig</li> <li>• Anpassung an vorhandene Kompetenzen möglich</li> </ul>
Dysfunktionales Innovationsverständnis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung des Innovationsverständnisses durch eigene Erfahrungen</li> </ul>

**Tabelle 43: Blended Learning vs. Innovationsbarrieren<sup>549</sup>**

Der Schritt zur Innovation, zum Umsetzen einer Blended Learning-Strategie, fällt in „bewährten Strukturen“ zudem weitaus weniger schwer (also auch die zu erwartenden Diskussionen in der Fakultät), da es sich zunächst „nur um eine Online-Ergänzung“ des bestehenden Präsenzunterrichts handelt, die zudem beim Kosten senken und „Verschlanken der Bürokratie“ helfen kann.

Hingegen kann auch das Blended Learning – je nach Perspektive und Zielsetzung der Umsetzung – einige **Nachteile** mit sich bringen, deren Auswirkungen sich aber zumeist durch einfache Maßnahmen vermindern lassen:

- Ausgehend vom E-Learning verkleinert sich die Flexibilität etwas durch die Restriktionen des Präsenzteils (Zeit, Ort). Dies kann durch wenige Blockveranstaltungen berücksichtigt werden.
- Im Vergleich zum E-Learning sind die Kosten etwas höher anzusetzen, da der Präsenzanteil Infrastruktur und Ressourcen erfordert (z.B. Räume oder Dozenten). Im Vergleich zum Präsenzlernen sinken die Kosten allerdings.
- Für eine effektive und sinnvolle Nutzung des Präsenzteils müssen alle Studierende auf ähnlichem Wissenstand sein, da ansonsten der Lernfortschritt der Gesamtgruppe behindert werden kann. Eine entsprechende inhaltliche Vorbereitung im Online-Teil ist empfehlenswert, z.B. durch zusätzliche Materialien, Tests, etc.
- Das Lerntempo ist – während des Präsenzteils – nicht wie beim reinen E-Learning auf den individuellen Lerner anpassbar.
- Und andere.

Für eine gute Eingliederung in die Ausbildung sind neben der Berücksichtigung von Werkzeugen und Methoden zur Minimierung im eigenen Themenkontext in der Praxis noch andere Herausforderungen zu bewältigen:

- Die Betreuung des Angebots ist nicht trivial: Reale Dozenten und Tutoren konkurrieren mit elektronischen Tutoren. Vor allem für die Betreuung von Online-Lernangeboten müssen spezielle Kenntnisse im Umgang mit derartigen Systemen vorhanden sein.

<sup>549</sup> Reinmann-Rothmeier 2003, S. 44

- Qualität von Blended E-Learning: Curricula müssen für beide Formen des Lernens, also „Präsenz und Online“ ausgelegt sein. Beispiel: Multimedia kann im Onlineteil besser verwendet werden als im Präsenzteil; Prüfungen, Laborarbeit oder konkrete Projekte können nur begrenzt Online stattfinden.
- Nach Möglichkeit müssen auch im Präsenzteil viele Lerner-Freiräume berücksichtigt werden, wie z.B. Lerntempo, Lernstil, individuelle Mediennutzung oder Übungsaufgaben, etc.

Natürlich sind all diese Nachteile und Herausforderungen auch davon abhängig, nach welchem Schlüssel die Online- und Präsenzzeit verteilt wird. Dies muss nicht zwangsläufig 50% zu 50% sein: Auch andere – vielleicht sogar pro Kurs unterschiedliche – Aufteilungen sind denkbar. Im Allgemeinen muss dies auch an die Inhalte angepasst werden. So kann beispielsweise die Onlinezeit bei der Ausbildung von Grundlagen erhöht werden, dafür aber die Präsenzzeit verlängert werden, wenn es um (Labor-) Projekte, Übungen, Seminarpräsentationen, Fachgespräche oder Prüfungen geht.

Im Allgemeinen wird Blended Learning als eine gute Kombination von den Vorteilen des E-Learnings mit den Facetten des Präsenzteils angesehen und als einzige „wirklich funktionierende“ Variante der elektronisch unterstützten Aus- und Weiterbildung gefeiert. So verwundert es nicht, dass sich Blended Learning in der **Praxis** großer Beliebtheit erfreut. Beispielsweise haben sich heute an nahezu allen deutschen Hochschulen oder Universitäten in Deutschland E-Learning-Angebote etabliert, die Ihre Präsenzlehre mit E-Learning unterstützen – der Suchbegriff „e-learning HOCHSCHULORT/NAME“ bringt unzählige Treffer. Blended Learning ist also eher die Realität als das reine E-Learning und die Umsetzungen werden durch aktuelle Diskussionen stetig verändert und weiterentwickelt. Die sich daraus ergebenden Erfahrungen, (die sich auch aus den o.a. Nachteilen ergeben), können und müssen bei erneuten/eigenen Umsetzungen Berücksichtigung finden.

### **VI.1.3.Einsatz von Blended/E-Learning im Kontext des MINT-Bereichs**

Blended Learning bietet bei durchdachter, also einer konkret auf die Zielsetzung angepassten, Umsetzung viele Chancen für die Aus- und Weiterbildung, dies wurde in den letzten Abschnitten gezeigt. Im Folgenden soll nun überprüft werden, inwiefern die Implementierung einer allgemeinen Blended Learning-Strategie auf den MINT-Bereich übertragen werden kann und welche Justierungen des Konzepts dafür ggf. notwendig sind. Dafür soll im Folgenden unter **MINT-Bereich**<sup>550</sup> eine Zusammenfassung der wissenschaftlichen Disziplinen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft (Biologie, Chemie, Physik) und Technik verstanden

---

<sup>550</sup> <http://www.mintzukunftschaefen.de> und <http://www.komm-mach-mint.de>, abgerufen am 27.08.2012

werden (vgl. II.1). Zunächst wird dafür ein Überblick darüber gegeben, welche didaktischen Anforderungen u.a. an die Disziplinen des MINT-Bereichs bestehen können, wie diese einerseits mit dem allgemeinen Konzept des Blended Learning umgesetzt werden können und andererseits, welche Rahmenbedingungen für die Auswahl und Entwicklung der Technologien und Software sich daraus ergeben. Ein genauer Blick auf Beispiele aus der Praxis rundet die Diskussion ab.

#### **VI.1.3.1. Anforderungen von MINT an E-Learning und Technik**

Vergleicht man geisteswissenschaftliche Disziplinen mit denen von MINT, werden schnell einige Unterschiede deutlich. Neben der offensichtlich anderen Ausrichtung der Forschungsgebiete, muss hierbei insbesondere auf die Art der Inhalte eingegangen werden und natürlich darauf, welche Konsequenzen dies für deren digitale Repräsentation im Rahmen von E-Learning hat. Dazu kann zunächst das folgende Beispiel angeführt werden: Geistes- oder sprachwissenschaftliche Fächer sind in der Regel sehr textlastig, Forschung wird hier überwiegend durch die Lektüre und den Vergleich bestehender Literatur sowie statistischer Auswertungen aus empirischen Erhebungen betrieben, Neuerungen entstehen wiederum in Form von theoretischer Dokumentation der Ergebnisse.

Im Vergleich dazu ist der MINT-Bereich in Forschung und Lehre etwas vielschichtiger anzusehen. Zwar ist hier die Dokumentation und Literaturrecherche ebenso ein wichtiges Instrument, aber keineswegs das einzige. Denkt man an Chemie, Biologie oder Physik fallen zugleich die Stichworte Labor oder Experimente. Im technischen Sektor gibt es zudem physisch vorhandene Prototypen und reale Maschinen. Neben der Theorie gibt es hier also teilweise einen sehr realen Bezug, der sich auch in der Lehre – insbesondere im E-Learning – widerspiegeln muss. Nicht zuletzt ist die „Hilfswissenschaft“ Mathematik anhand vielfältiger Formeln die Grundlage, um Zusammenhänge auszudrücken, zu beschreiben oder zu beweisen. Dieses Beispiel zeigt die Vielfalt der Inhaltstypen, die im Rahmen der MINT-Ausbildung durch E-Learning berücksichtigt werden müssen. Daher muss die technische Planung von E-Learning vor allem sicherstellen, dass all diese Anforderungen auch erfüllt werden können – z.B. Formeln im Browser auch wirklich so dargestellt werden, wie vom Autor/Dozenten vorgesehen.

Dies sind allesamt rein softwaretechnische Fragestellungen, die es zu lösen gilt. Grundsätzlich sind MINT und E-Learning gut kombinierbar: Die fundierte Vermittlung von Grundlagenwissen wird mit innovativen, sich stetig ändernden Entwicklungen und Trends kombiniert. Ebenso sind ingenieurwissenschaftliche Fächer gut, um das Potential von (Blended) E-Learning auszureizen, vor allem was die alternative Darstellung von komplexen, mathematischen Zu-

sammenhängen angeht. Diese können in der digitalen Welt gut visualisiert werden und stellen aufgrund ihrer Natur eine Herausforderung an die Didaktik dar.<sup>551</sup>

Soll eine spezielle E-Learning-Lösung für MINT-Fächer entstehen, muss sich dies insbesondere in der didaktischen und elektronisch unterstützten Aufbereitung der Inhalte niederschlagen. In Wechselwirkung mit der Gestaltung und den Inhaltstypen der Lerninhalte ergeben sich besondere **Anforderungen an Software und Technik**, die für die Umsetzung des E-Learnings herangezogen werden. Diese sind unabhängig davon zu dokumentieren, ob die Softwarelösung aus bereits bestehender (Open Source-) Software zusammengesetzt oder eigenständig entwickelt wird. Tabelle 44 zeigt einige relevante Beispiele zur Planung der Anforderungen der E-Learning-Lösung aus den Bereichen Softwarepakete, Technik und dabei zu beachtende Trends.<sup>552</sup>

Anforderung	Beschreibung und Umsetzungsmöglichkeiten
<b>Softwareplattform</b> zur Unterstützung oder Gestaltung der Lehre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplettsysteme können z.B. <b>LMS</b> sein (Open Source, kommerziell oder selbstentwickelt), Beispiele für LMS vgl. VI.1.1.1.8</li> <li>• Systeme bieten in der Regel standardmäßig: Verwaltung von Kursen, Inhalten, Studierenden, Social Software, etc.</li> </ul>
<b>Inhalte</b> müssen alle für den MINT-Bereich relevanten Inhaltstypen ermöglichen, entsprechend gespeichert und verwaltet werden können	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multimediale Darstellung von Inhalten als Standard (Abbildungen, Audio, Video).</li> <li>• Inhaltstypen: Text, Sonderzeichen, mathematische Formeln und Symbole (als Text!), (skalierbare) Abbildungen, etc. (vgl. VI.1.3.2)</li> <li>• Aufbereitung der Inhalte in Lernobjekten (LO) und Berücksichtigung alternativer Darstellungen (Vorlesungsaufzeichnungen, etc.) (vgl. III.7.7.4)</li> </ul>
<b>Lernprozesse</b> individualisieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Z.B. durch Variation von Reihenfolge oder Schwierigkeitsgrad der Lernobjekte</li> <li>• Inhalte müssen als LOs vorliegen, Software muss angepasst werden</li> </ul>
<b>Lokale Geräte</b> Inhalte für lokale Browser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plattformübergreifende Darstellung der Inhalte (ohne weitere Plugins)</li> <li>• Dieses Feature ist Standard bei allen gängigen LMS</li> </ul>
<b>Mobile Geräte</b> Inhalte für mobile Browser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Noch) kein Standardfeature von LMS, muss in der Regel nachgerüstet werden</li> <li>• Inhalte über Single-Source-Publishing oder nicht vorformatiert (vgl. III.7.5)</li> </ul>
<b>Individualisierung des E-Learning-Erlebnisses</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berücksichtigung von Adaptivität/Interaktivität innerhalb des Systems oder</li> <li>• Schaffung „offener Lernumgebungen“ (vgl. VI.1.1.1.5)</li> </ul>
<b>Vernetzung, Web 2.0, kollaboratives Lernen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardfeatures des LMS nutzen oder selbst spezielle Funktionalitäten nachentwickeln</li> <li>• Z.B. E-Portfolio, Vielfältige Vernetzung und Kommunikation für Kollaboration (vgl. III.5.3)</li> </ul>
<b>Übungen und Projekte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereitstellen von Übungs- oder Projektaufgaben und Möglichkeit zur Speicherung der Ergebnisse (Upload, Forum, Blog, etc.)</li> </ul>
<b>Online-Übungen und -Projekte*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuartige Tools, die direkt auf die Anwendung im Rahmen von E-Learning-Lösungen im MINT-Bereich abzielen.</li> <li>• Interaktive Übungen, Simulationen, Lernspiele, Programmvalidatoren, etc.</li> <li>• Stark individuelle Features, das selbst entwickelt werden muss</li> </ul>
<b>Virtuelle Labore* oder Simulatoren*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Webbasierte Simulatoren, zur Vertiefung der Inhalte durch „Experimentieren und Erleben“</li> <li>• Stark individuelle Features, die selbst entwickelt werden müssen</li> </ul>

<sup>551</sup> Vgl. Lucke et al. 2005, S. 141

<sup>552</sup> Im Abschnitt IV.2.2 wird eine konkrete Anforderungsliste für die Umsetzung des E-Learning-System für den Bereich „Technische Informatik“ entwickelt und vorgestellt.

<b>Remote Labs*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reales Labor, via Remote Access: Nutzen von verteilten/teuren Laborressourcen</li> <li>• Stark individuelles Feature, das selbst entwickelt werden muss</li> </ul>
* in dieser Arbeit <i>“E-Learning-Enrichment-Tools”</i> genannt. Konzepte im Abschnitt III.7.7, reale Beispiele in IV.3.	

**Tabelle 44: Anforderung an Software und Technik einer E-Learning-Lösung für MINT<sup>553</sup>**

Eine genaue Sammlung und Prüfung der Zielsetzung der geplanten E-Learning-Lösung und der daraus entstehenden Anforderungen an die konkrete Lösung sind obligatorisch, bevor mit der Entwicklung begonnen werden kann, da nachträgliche Änderungen in der Regel (aus Kostengründen) kaum möglich sind. Ferner muss bei der Entwicklung ein steter Blick auf die technische Weiterentwicklung, die mittelfristig zu erwartende Trends und auf die Erwartungen der Zielgruppe gerichtet werden, da das fertiggestellte E-Learning-Produkt ansonsten schon zu seiner Fertigstellung veraltet sein oder nur wenig Zuspruch seitens der Studierenden erhalten wird.

#### VI.1.3.2. Anforderungen von MINT an Inhalte und Didaktik

Der vorherige Abschnitt hat es bereits deutlich gemacht: Die Disziplinen des MINT-Bereichs haben eine höhere Vielfalt an Inhaltstypen zur Darstellung und Vermittlung des Wissens. Diese sind u.a. Text, Abbildungen, mathematische Formeln (dadurch vor allem Sonderzeichen oder Symbole), Animationen, Simulationen, Verknüpfung mit Laboren, Audio und Video, etc. Bei der Erstellung der Lerninhalte ist nun einerseits darauf zu achten, dass die Struktur der Inhalte sich an Standards wie z.B. Lernobjekten orientiert (vgl. VI.1.1.2.2). Andererseits ist es wichtig, vor der Erstellung mit den Entwicklern der E-Learning-Software Rücksprache zu halten, welche Möglichkeiten (z.B. für mathematische Formeln) zur Verfügung stehen und wie die Inhalte konkret dafür aufzubereiten sind. Für die spätere Darstellung ist als einzige Restriktion anzusehen, dass E-Learning-Software und Webbrowser diese Inhaltstypen später auch darstellen können. Für die Darstellung von Formeln beispielsweise gibt es zwei Möglichkeiten: Die Einbindung als Graphik (unschön, da nur begrenzt skalierbar) oder als Formel die vom Browser zur Laufzeit ‚gerendert‘ werden muss (z.B. via MathML oder Javascript-basiert mit MathJAX). Hält man sich bei der Erstellung an die entsprechenden Standards (VI.1.1.1.7) und an die Eigenschaften der gewählten Software, sind aber keine größeren Probleme zu erwarten.

Da es sich bei E-Learning um einen „Fernunterricht“ handelt, die Lerner also in der Regel alleine sind und (zunächst) keinen regelmäßigen Kontakt zu anderen Lernern oder dem Dozenten haben, müssen die Lernunterlagen auch dafür geschaffen sein. Es muss problemlos möglich sein, alle nötigen Informationen für das Erreichen der Lernziele daraus zu gewinnen

<sup>553</sup> Eigene Darstellung.

(ggf. durch Lektüre von darin angegebenen weiterführenden Quellen). Dies ist bei Lerninhalten die auf Präsentationsfolien basieren und für die Präsenzlehre konzipiert sind nicht der Fall, da hier der eigentliche Mehrwert in den Erklärungen des Dozenten zu sehen ist. Alle in einer Lehrveranstaltung verbal weitergetragenen Informationen, müssen also in einem Lerninhalt für E-Learning mit aufgenommen werden. Ein komplettes Skript zur Veranstaltung ist ein Schritt in die richtige Richtung. Hier allerdings fehlt in der Regel die vielfältige Nutzung der Möglichkeiten der digitalen Technik. Damit ist insbesondere die Nutzung der Vorteile eines Hypertexts durch interne und externe Verlinkung und die Einbindung von multimedialen Elementen gemeint.

Naturgemäß unterscheiden sich Inhalte aus MINT-Fächern von denen anderer Disziplinen (Abstraktions- und Komplexitätsgrad). Aus didaktischer Sicht ist es nicht nur wichtig, dass die Inhalte selbsterklärend sind und ein konstanter „roter Faden“ bei der Erforschung der Inhalte hilft, sondern vor allem auch, dass der Lerner nicht allzu lange im komplexen und theoretischen Umfeld „gefangen“ ist. Dabei hilft das Aufbauen einer gewissen Art von „Spannung“, z.B. durch interaktive Elemente, die zum „aktiven Lernen“ einladen, Multimedia oder thematische Exkurse in die Praxis. Weiterhin ist die Nutzung innovativer Lernformen empfehlenswert. So können z.B. kleine, regelmäßige – in Lern- bzw. Lesezeit ausgedrückt, spätestens alle 20-30 Minuten – Übungsaufgaben, Tests, Quizzes oder alternative Darstellung von Inhalten beim „lebendigeren“ Auseinandersetzen mit der Lernmaterie helfen (die dann tendenziell als „interessanter“ empfunden wird). Natürlich sind nicht alle MINT-Fächer so affin für derartige Ausgestaltungen wie Physik, Biologie oder Chemie (vielfältige Möglichkeiten für Videos oder Simulationen von Versuchen). Aber auch in der Mathematik oder theoretischen Informatik lassen sich mit etwas planerischem, didaktischem und inhaltlichem Geschick sowohl inhaltlich als auch bezogen auf den Interaktivitäts- oder Spannungsfaktor hochwertige Materialien erstellen – man denke hier z.B. an die Visualisierung von Modellen oder zur Laufzeit generierte Übungs- und Verständnistests. Gleichwohl gehört dazu einige Erfahrung, eine etwaige fehlende Fachexpertise sollte also, wie bereits erwähnt, extern nachgefragt werden.

#### **VI.1.4. Blended E-Learning für MINT – Eine erste Zusammenfassung**

Der MINT-Bereich stellt spezielle Anforderungen an die Aus- und Weiterbildung. Insbesondere sind hier die (oftmals stark) theoretisch-abstrakten Inhalte anzuführen, die schon im normalen Präsenzunterricht von den Lernenden nicht immer einfach aufgenommen oder verstanden werden. Es sind also auch im Fall des „Online-“ bzw. „Alleine-Lernens“ vorm Bildschirm, im Sinne von E-Learning, Probleme zu erwarten. Der Schritt in Richtung Blended Learning ist also konsequent, werden hier doch die Vorteile von E-Learning mit denen von

Präsenzunterricht kombiniert. Es bleiben also vielfältige Freiheiten in den Online-Lernphasen (Ort, Zeit des Lernens), die aber zur Festigung des Verständnisses mit Präsenzphasen kombiniert werden, die ein Nachfragen beim Dozenten ermöglichen. Selbst wenn die Präsenzphase nicht für „regulären Unterricht“ genutzt wird, kann die Erwartung von Präsenzphasen gerade die nötige Motivation zum Weitermachen für den Alleinlerner als Vorbereitung auf die Arbeit in der Gruppe liefern.

Für die zugrunde liegende Softwareplattform sind beide Facetten des Lernens (Online und Präsenz) zu berücksichtigen, was vor allem eine Auswirkung auf die Funktionalitäten zur Unterstützung der synchronen und asynchronen Kommunikation und auf die Beschaffenheit der Lerninhalte sowie deren Aufwertung durch multimediale Elemente hat. Einerseits entsteht durch die notwendige Berücksichtigung von für MINT relevanten Formate und Techniken im Rahmen der Umsetzung ein Mehraufwand. Andererseits erwächst durch den konsequenten Einsatz innovativer Techniken und die Ausschöpfung von Multimedia das Potential, komplexe Inhalte besser für das Online-Lernen aufbereiten zu können. Im Konkreten können hier z.B. generell Animationen, Simulationen, Online/Remote-Access-Laborversuche oder Vorlesungsaufzeichnungen angeführt werden (III.7.7).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Blended (E-) Learning viele positive Neuerungen für die Ausbildung im MINT-Bereich liefern kann und durchaus das Potential hat, zukünftig „ein Erfolgsrezept für Lernen und Lehren“ zu werden. Allerdings ist auch festzuhalten, dass sich diese Vorteile nur bei einer idealtypischen Umsetzung ergeben, die weder „automatisch“ entsteht, noch den Regelfall darstellt! Vielmehr muss sich eine mögliche Umsetzung strikt an den Anforderungen des MINT-Bereichs orientieren, diese auf ein passendes Softwaresystem abbilden und dabei die Bedürfnisse der Anbieter (also der Institutionen und Dozenten) und Lerner berücksichtigen. Wie der Blick in die nahe Vergangenheit zeigt, wird auch E-Learning vom Hype des Internets und der mobilen Technologien befeuert und wird zukünftig einen höheren Stellenwert in der Aus- und Weiterbildung einnehmen.

## **VI.2. Hintergründe zum Lebenslangen Lernen im MINT-Kontext**

Einen wichtigen Beitrag zur Sicherung des Wohlstands in Deutschland leistet die ingenieurtechnische Innovationskraft (im Automobilsektor, Maschinen- und Anlagenbau, etc.) und die damit verbundene Vormachstellung deutscher Unternehmen auf globalisierten Märkten. Diese Technologiekonzerne haben einen stetigen Bedarf an Fachkräften, also gut ausgebildeten Ingenieuren, die dazu beitragen, die im weltweiten Wettbewerb geforderten, hohen Innovations-

raten beibehalten zu können.<sup>554</sup> Nicht immer ist es für derartige Unternehmen einfach, kurzfristig ihren Bedarf an qualifizierten Mitarbeitern zu decken, das Stichwort „Fachkräftemangel“ ist in Politik und Medien viel zitiert. Wie stark dieser wirklich ist<sup>555</sup> und ob oder wie dieser Mangel mit dem demographischen Wandel zusammenhängt, darüber streitet man bis zuletzt<sup>556</sup>, sicher scheint jedoch, dass durch die immer stärkere Spezialisierung eine Veränderung in der Aus- und Weiterbildung notwendig wird. Denn schon heute vermitteln Hochschulen, trotz einer soliden Ausbildung, oftmals nur noch das Grundwissen. Nach Firmeneintritt stehen dann weiterbildende Maßnahmen auf dem Programm, um junge Ingenieure in die Lage zu versetzen, entsprechend innovativ mitzuarbeiten. Auch im weiteren Karriereverlauf von MINT-Absolventen ist die Offenheit zu ständiger Weiterbildung gefordert, denn so konstant die Grundlagen sein mögen, umso schneller ändern sich die innovationsträchtigen Arbeitsfelder und Techniken. Das Lernen, die Aus- und Weiterbildungen, ist also einem Wandel unterzogen: Weg von der einmaligen Ausbildung vor Arbeitseintritt hin zum lebensbegleitenden Lernen, einer ständigen, berufsbegleitenden Weiterqualifikation. Von der europäischen Politik ausgehend hat sich u.a. für den oben beschriebenen veränderten Lernprozess in Deutschland das Schlagwort „Lebenslanges Lernen“ etabliert. Dieses enthält Vorschläge für eine notwendige Veränderung des Aus- und Weiterbildungssystems, um dem stetigen technologischen und gesellschaftlichen Wandel gerecht zu werden und dabei nicht nur die Nachfrage an die „Ressource Mensch“ von Unternehmen zu befriedigen, sondern insbesondere auch auf die veränderten, individuellen Lebenssituation im 21. Jahrhundert einzugehen.

### VI.2.1. Einführung in das Lebenslange Lernen

Der Begriff „Lebenslanges Lernen“ existiert in gesellschafts- sowie bildungspolitischen Diskussionen nun schon seit einigen Jahrzehnten und doch kann er heute immer noch als „Buzzword“ – als Schlagwort – bezeichnet werden.<sup>557</sup> Eine zwar sehr populäre, aber dafür in seiner Ausgestaltung wenig konkrete, Worthölse, die persifliert gesagt für „alles und nichts“ in der früheren als auch aktuellen Diskussion um neue bildungspolitische Strömungen und Tendenzen steht.<sup>558</sup> Als die „große Chance“ für die Aus- und Weiterbildung wurde das Lebenslange Lernen vorgestellt und verstanden, von Konferenzen und politischen Gremien auch als solche gefeiert. Und auch, wenn die mit dem „Lebenslanges Lernen“ verbundene Zielsetzung – wenngleich sie im Laufe der Zeit einige Veränderungen erlebt hat – größtenteils klar

<sup>554</sup> Vgl. Geens, J. in Kurth 2006, S. 75f

<sup>555</sup> Zeit Online, abgerufen am 14.10.2012: <http://www.zeit.de/campus/2012/04/fachkraeftemangel> und Spiegel Online, abgerufen am 14.03.2012: <http://www.spiegel.de/karriere/berufsleben/warum-der-mangel-an-ingenieuren-ein-mythos-ist-a-821166.html>

<sup>556</sup> Spiegel Online, abgerufen am 11.06.2012: <http://www.spiegel.de/karriere/berufsleben/fachkraeftemangel-hat-nichts-mit-demographischem-wandel-zu-tun-a-837409.html>

<sup>557</sup> Vgl. Gerlach, 2000, S. 9f

<sup>558</sup> Vgl. Kraus 2001, S. 9f



benannt ist, fehlen bis heute zumeist konkrete Empfehlungen für eine politische, gesellschaftliche oder didaktische Ausgestaltung.<sup>559</sup> Wie sich das Paradigma entwickeln wird, ist also schwer abschätzbar. Klar jedoch ist: „In der Realität sind Menschen schon lebenslange Lerner: Vom Kindesalter bis ins hohe Alter müssen Menschen ständig hinzulernen, natürlich nur selten anhand eines Curriculums oder in Bildungsinstitutionen“.<sup>560</sup>

#### VI.2.1.1. Eine Definition: Lernen – ein Leben lang?

Durch Schlagwörter umschriebene Begriffe haben oftmals Gemeinsamkeiten: Ein nicht immer trivialer oder allen bekannter Zusammenhang wird einfach, und vor allem schnell, ausgedrückt, jeder „kennt“ die Bedeutung, die Angabe einer Definition ist nicht mehr nötig. Vorteilhaft ist das, wenn man sich lange Erklärungen sparen will. Doch birgt es die Gefahr, dass in der Realität nicht immer allen Beteiligten klar ist, welchen Kern oder Umfang das beschriebene Themengebiet wirklich hat. Um sich dem „verschlagworteten“ Themenkomplex „**Lebenslanges Lernen**“<sup>561</sup> nähern zu können, soll zunächst eine kurze und geeignete Definition gegeben werden:

*„The basic idea behind the term ‚lifelong learning‘ is simple. It is that deliberate learning can and should occur throughout each person’s lifetime“.*<sup>562</sup>

Ganz allgemein soll also das Lernen einen zentralen Standpunkt im Leben eines Menschen haben – es soll kontinuierlicher Teil des gesamten Lebenslaufs werden. Damit wäre zunächst die Bedeutung geklärt, die im Allgemeinen durch die Verwendung des Schlagworts transportiert werden soll. Für diese Arbeit ist dies natürlich noch nicht ausreichend: Mit dem Ziel, das Lebenslange Lernen als konkretes Programm für die Ausbildung im MINT-Bereich und die Kombination mit E-Learning zu nutzen, ist eine tiefgreifende Klärung notwendig.

Ähnlich wie E-Learning das Ergebnis eines interdisziplinären Fächermixes ist, profitiert auch das Lebenslange Lernen von verschiedenen inhaltlichen und kulturellen Strömungen. Als Ergebnis von Studien und Veröffentlichungen verschiedener europäischer Staaten berücksichtigten diese Publikationen natürlich jeweils spezielle (eigene) Akzente und Facetten, die heute alle unter dem Terminus Lebenslanges Lernen zusammengefasst sind. Synonym werden die englischsprachige Variante „Lifelong Learning“<sup>563</sup> (oft abgekürzt als „LLL“) oder „Education permanente“ im Französischen verwendet – was auch als Indiz für die darin berücksichtigten

---

<sup>559</sup> Vgl. Knapper, Cropley 2000, S. 8f

<sup>560</sup> Vgl. Alheit, P. in Herzberg 2008, S. 13

<sup>561</sup> Synonym werden in der deutschsprachigen Literatur auch „Lebensbegleitendes Lernen“ oder „Lebensumfassendes Lernen“ verwendet.

<sup>562</sup> Vgl. Knapper et al. 2000, S. 1

<sup>563</sup> Synonym: lifelong education

nationalen Interessen angesehen werden kann. Insgesamt resultiert das Paradigma des Lebenslangen Lernens aus den in den 1960er und 70er Jahren in Europa beobachteten ökonomischen Krisen, die damals erstmalig mit der Bildungspolitik – „als Initiator für die Ausbildung der Leistungsträger von morgen“ – verbunden und analysiert wurden.<sup>564</sup> Es entstanden über mehrere Jahrzehnte, von den 1960er Jahren bis heute, eine Vielzahl an Dokumenten zu diesem Thema. Eine detaillierte Übersicht der geschichtlichen Entwicklung des Lebenslangen Lernens findet sich im Anhang unter VII.2.2.1 und VII.2.2.2.

Anders als man vermuten würde, war zunächst nicht der Ruf nach einer „Chance zur Aus- und Weiterbildung für alle“ die treibende Kraft bei der Begründung des Lebenslangen Lernens. Vielmehr waren ökonomische Erwägungen ausschlaggebend. Konkret beziehen sich die (frühen) Veröffentlichungen zum Lebenslangen Lernen darauf, dass es für das zukünftige Wachstum und den Wohlstand der Länder unerlässlich ist, viele gut ausgebildete, produktive und innovative Arbeitnehmer (= als Ressource Mensch) zu haben. Dies wird vor allem deutlich, wenn man die Interessen verschiedener Gruppen oder die Kritik am Lebenslangen Lernen genauer betrachtet (vgl. VI.2.1.5). Im Laufe der Zeit kamen verschiedene weitere Veröffentlichungen hinzu, die dies etwas abschwächten. Zumeist wurden gesellschaftswissenschaftliche (Sozial- und Erziehungswissenschaften, Pädagogik, Psychologie) Ergänzungen vorgenommen, die den Fokus eher auf den Menschen und auf die Gerechtigkeit innerhalb der Gesellschaft verschoben, z.B. ist im „Memorandum über Lebenslanges Lernen“ der Europäischen Kommission zu lesen: „Lebenslanges Lernen hilft, den Zusammenhalt in der Gesellschaft zu stärken und Ausgrenzung soweit wie möglich zu vermeiden. Im Rahmen einer Gesamtstrategie soll das Ziel verfolgt werden, die Bildungsteilhabe zu erhöhen, allen Menschen mehr Chancen zur persönlichen, ihren Begabungen entsprechenden gesellschaftlichen und beruflichen Entwicklung zu ermöglichen und den Standort Europa mitzugestalten.“<sup>565</sup>

Es kann zusammenfassend festgehalten werden, dass „Lebenslanges Lernen“ ein politisches Konstrukt ist, das vielfältige Eigenschaften aufweist (vgl. dazu VI.2.1.5). Dass dies zu einem großen Anteil ökonomische Erwägungen sind, ist ein Fakt. Allerdings hat dies keinen Einfluss auf die vorliegende Arbeit. Hier soll das Lebenslange Lernen als eine Beschreibung eines Lernprozesses dienen, der über die komplette Lebensspanne stattfindet, und so ein Teil der elektronisch gestützten Aus- und Weiterbildung via E-Learning wird. Im Folgenden soll also zunächst die Definition der BLK<sup>566</sup> verwendet werden:

---

<sup>564</sup> Vgl. Kraus 2001, S. 8ff

<sup>565</sup> Aus: Memorandum für Lebenslanges Lernen, Europäische Kommission 2000.

<sup>566</sup> Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und und Forschungsförderung, Herausgeber der Veröffentlichung: „*Strategie für Lebenslanges Lernen in der Bundesrepublik Deutschland*“

**Definition Lebenslanges Lernen:** „Lebenslanges Lernen umfasst alles formale, nicht-formale und informelle Lernen an verschiedenen Lernorten, von der frühen Kindheit bis einschließlich der Phase des Ruhestands. Dabei wird ‚Lernen‘ verstanden als konstruktives Verarbeiten von Informationen und Erfahrungen zu Kenntnissen, Einsichten und Kompetenzen.“<sup>567</sup>

Die Verwendung dieser Definition impliziert schon wichtige Punkte der weiteren Betrachtung. Denn „das Lernen findet nun über eine deutlich längere Zeitspanne statt“, d.h. die Lerner sind nicht mehr nur Kinder, Jugendliche oder junge Erwachsene. Dies hat natürlich einen Einfluss auf die Organisation und Art des Lernens und Lehrens.

### VI.2.1.2. Konzept der Berücksichtigung verschiedener Lebensphasen

Der wichtigste Unterschied im Vergleich zum bisherigen Ausbildungssystem in Deutschland verdeutlicht bereits der Begriff Lebenslanges Lernen: Das Lernen soll „lebenslang“ stattfinden. Somit erweitert sich vor allem auch das institutionelle (hier: Hochschule oder Unternehmen) Lernen über alle Lebensphasen eines Menschen hinweg. In der bisherigen thematisch einschlägigen politischen Diskussion wurde das Augenmerk dabei vor allem auf die Weiterbildung Erwachsener gelegt. Und dies hat einfache Gründe: Erstens ist in der Entwicklung des Menschen die Zeit als Erwachsener deutlich länger als die Kindheit und zweitens sind die Vorschläge rund um das Lebenslange Lernen politisch und somit ökonomisch motiviert; der direkte wirtschaftliche Output basiert auf den Leistungen der erwachsenen Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer. Zwar bilden die Kinder von heute die Arbeiter von morgen, dennoch sind diese (zumindest in dieser Arbeit) nicht Mittelpunkt der Diskussion.

Um das „Lernen über die gesamte Lebensspanne“ etwas formaler fassen zu können, zeigt Tabelle 45 eine Übersicht über die (Lern-) Phasen, die ein Mensch während seines Lebens potentiell durchläuft.

Phase	Alter	Ort/Art des Lernens	Beschreibung/Aufgaben
<b>1. Kindheit</b>	0-13	Primärschule, Sekundarstufe 1  <i>Informelles und strukturiertes Lernen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legen der Grundlagen für die Lernfähigkeit und entwickeln von Kompetenzen, zunächst informelles Lernen</li> <li>• Bilden von ersten Interessenschwerpunkten</li> <li>• Schulische „Pflicht“, zu lernen</li> </ul> <b>Förderung von Lernmotivation und Lernfähigkeit</b>
<b>2. Jugendliche</b>	14-18	Haupt-, Real-, Gesamt-, Berufsschule oder Gymnasium  Sekundarstufe 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• strukturierte Lernprozesse in der Schule</li> <li>• überwiegend Entwicklung von Fachkompetenzen</li> <li>• Ausbildung von nichtfachlichen Basiskompetenzen (Lernfähigkeit, Teamfähigkeit, Sozialkompetenz)</li> </ul>

<sup>567</sup> BLK 2004, S. 13

		Berufsausbildung <i>Formales Lernen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachliche Spezialisierung</li> <li>• Schulische „Pflicht“ zu lernen</li> </ul> <b>Schulisch strukturierte Lernprozesse. Fachkompetenzen sollen mit Basiskompetenzen verknüpft werden.</b> <b>Grundlegung für selbstorganisiertes und selbstgesteuertes Lernen</b>
<b>3. Junge Erwachsene</b>	18-25	Berufs-, Hochschule, Universität Berufsausbildung Studium <i>Informelles Lernen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eintritt in die Arbeitswelt</li> <li>• Selbststeuerung des Lernens</li> <li>• Aufbau beruflicher und allgemeiner Kompetenzentwicklung</li> <li>• Neue Lernkultur, die durch Praxisnähe und Transferorientierung ausgezeichnet ist</li> </ul>
<b>4. Erwachsene</b>	25-64	Weiterbildung (Quartäre Bildung) (oder ggf. zweiter Bildungsweg)  <i>Informelles und formales Lernen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine „Pflicht“ weiter zu lernen, aber der informelle Druck, die Erwartungen der Berufswelt erfüllen zu können.</li> <li>• Lernangebote, die sich der Lernende selbst aussucht</li> </ul> <b>Beruflich organisierte Weiterbildung</b> <b>Informelles Lernen in den Lebensbereichen von Familie, Arbeit und Freizeit</b>
<b>5. Senioren</b>	65+	(Weiter-) Bildung nach persönlichem Wunsch oder Interesse  <i>Informelles Lernen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kein informeller Druck „weiterzulernen“</li> <li>• Teilweise Weiterarbeiten im Beruf: Weitergeben des eigenen Wissens an die nächste Generation.</li> <li>• Konzentration auf neue Tätigkeitsfelder: Ehrenamt oder Studium im Alter, um neues Wissen und neue Qualifikationen zu erhalten.</li> <li>• Aber auch, um bestehendes Wissen zu erhalten</li> </ul> <b>Erwerb oder Erhalt von Selbständigkeit</b>

**Tabelle 45: Lebensphasen für das Lebenslange Lernen<sup>568</sup>**

Analog zum Begriff „Biographie“ hat sich für die Aus- und Weiterbildung in Bezug auf einen Menschen der Begriff *Bildungsbiographie* etabliert, der die Lernaktivitäten eines Individuums beschreibt, projiziert auf die komplette Lebensspanne.<sup>569</sup> Eine detaillierte Beschreibung von Bildungsbiographien findet sich in Abschnitt VI.2.2.1.3.

Die fundamentale Erkenntnis des Lebenslangen Lernens ist es also, alle Lernaktivitäten eines Menschen zu betrachten und zwar über alle (fünf) Lebensphasen hinweg. Doch dabei fällt (bezogen auf die obige Tabelle) eines auf: Drei der Lebensphasen finden im Erwachsenenalter statt. Bisher fand das Lernen primär nur in den ersten beiden Phasen, vielleicht der dritten, statt, und danach war der Mensch „gerüstet für den Arbeitsmarkt“. Arbeitnehmer nehmen dann berufsbegleitend an der sog. „*Quartären Bildung*“, bzw. an *Weiterbildungen* teil.

### VI.2.1.3. Fokus auf Erwachsenen- bzw. Weiterbildung

Zeitlich betrachtet spielt sich der größere Teil des Lebenslangen Lernens im Erwachsenenalter ab. Und obwohl Lebenslanges Lernen nicht mit „Erwachsenenbildung“ gleichzusetzen ist,

<sup>568</sup> Eigene Darstellung, vgl. Arndt, M. in Kurth 2006, S. 11f und Brenk, M. in Kurth 2006, S. 31f

<sup>569</sup> Vgl. Arndt, M. in Kurth 2006 S. 12

bleibt dies sowohl fälschlicherweise die Regel bei Diskussionen über das Paradigma an sich<sup>570</sup>, als auch bei Vorschlägen oder Ausarbeitungen zu dessen Umsetzung. Denn „da ein Großteil des Lebenslangen Lernens im Erwachsenenalter stattfindet, ist es verständlich, dass die Weiterbildung eine besondere Nähe zum Thema Lebenslanges Lernen aufweist. Allerdings [...] liegt die Besonderheit des Lebenslangen Lernens gerade darin, das Lernen im Lebenslauf in den Mittelpunkt zu stellen“<sup>571</sup>. Im Rahmen dieser Missdeutung haben sich auch noch andere Begriffe wie „Erwachsenenbildung“ oder „Volksbildung“ für das Lebenslange Lernen etabliert.<sup>572</sup> Auch wenn diese Gleichsetzung der Begriffe eine deutliche Spezialisierung auf nur eine Facette des Lebenslangen Lernens bedeutet, sollen in diesem Abschnitt dennoch kurz spezielle Eigenschaften vorgestellt werden.

*Definition Weiterbildung:* „Fortsetzung oder Wiederaufnahme organisierten Lernens nach Abschluss einer unterschiedlich ausgedehnten ersten Bildungsphase“.<sup>573</sup>

Die Besonderheit beim Erwachsenenlernen bzw. bei der berufsbegleitenden Weiterbildung ist die Tatsache, dass die Lerner einerseits bereits erwachsen sind. Andererseits verfügen sie über eine Erstausbildung und somit über Vorwissen, das bei der Weiterqualifizierung berücksichtigt werden kann und muss. Beides hat zur Folge, dass die für Kinder, Jugendliche oder Erwachsene ohne einschlägige Erstausbildung entwickelten Lernmaterialien und didaktischen Konzepte kaum verwendet werden können (und falls doch, wird dies unter Umständen mit Aussagen wie „ich bin doch kein Baby mehr“ o.ä. kommentiert). Die berufliche Weiterbildung sollte also gezielt auf erwachsene ausgerichtet sein und andere Lernformen nutzen, die das bisherige Wissen und Erfahrungswerte berücksichtigen, wie z.B.:

- **„Selbstgesteuertes Lernen:** Sequentielle Lernunterlagen sollten genügend Freiheiten aufweisen, um den Lernprozess frei zu gestalten
- **Erfahrungslernen:** Gezielt Erfahrungsressourcen des eigenen Lebens als Erwachsenen für das Lernen nutzen
- **Kontextuelles Lernen:** Ziele des Lernens müssen sich vom Leben des Lerners ableiten und Lernaktivitäten müssen in das tägliche Leben mit Arbeit, Familie und Sozialleben – sowohl zeitlich als auch räumlich – hineinpassen.
- **Realitätsnahes Lernen:** Unmittelbare Anwendung der Ergebnisse des Lernens in der individuellen Situation

---

<sup>570</sup> Vgl. Hanft, A. in Kuhlenkamp 2010, S. 7 und Kraus 2001, S. 9

<sup>571</sup> Hof 2009, S. 32

<sup>572</sup> Vgl. Lerch 2010, S.63ff

<sup>573</sup> Deutscher Bildungsrat 1973 in Dohmen 1996, S. 85

- **Systematisches Lernen:** Koordinierung von Zielen, Inhalten, Methoden und Überprüfungen des Lernens im Hinblick auf die o.a. Charakteristika.<sup>574</sup>
- **Peer gestütztes Lernen:** Gemeinsames Lernen mit (mindestens) einem Lernpartner
- **Problembasiertes Lernen:** Im Mittelpunkt des Lernens steht ein konkretes Problem, das alleine gelöst werden muss
- **Reflektierendes Lernen:** Unterstützung kritischer Selbstbetrachtung und Reflektion von bereits gelernten Inhalten

Psychologisch betrachtet sind bei einer Umsetzung dann z.B. auch folgende Herausforderungen und Zugangsbarrieren zu erwarten und zu meistern:

- **„Kognitiver Bereich (denken, lernen, Gedächtnis):** Viele Klischees „alte Leute können nicht mehr lernen“. Aber auch reale Probleme: Ältere Lerner brauchen teilweise mehr Hilfe oder zumindest mehr Zeit, neue Themen gedanklich zu strukturieren.
- **Gefühlsbezogener Bereich (Einstellungen und Werte, Motive und Selbstbild):** Probleme damit, wieder „zu lernen“, wieder in die Schule zu gehen. Am Ende der Ausbildung hat man die Schule verlassen, war dann erwachsen und konnte einer Arbeit nachgehen. Der Weg zurück in die Schule wird als „Rückschritt“ empfunden.
- **Sozialer Bereich (gesellschaftliche Rolle, soziale Stereotypen):** Es gibt verbreitete Sprichwörter („You can’t teach an old dog new tricks“), die Älteren Lernern die Fähigkeit zum weiteren Lernen absprechen. Viele verfallen somit in die Rolle, dass Ältere nicht mehr Lernen, weil sie nicht können und verharren darin.
- Im Kontext von E-Learning sind auch noch andere – zumeist technisch orientierte – Zugangsbarrieren zu berücksichtigen<sup>575</sup>.

Bei einer Umsetzung, die o.a. Gestaltungsempfehlungen berücksichtigt, ist im Allgemeinen der gewünschte Effekt zu erwarten: Die Qualifikation der Teilnehmer steigt, es bietet sich ein Mehrwert, sowohl für das Individuum, als auch für das Unternehmen oder die Gesellschaft. Dennoch schätzen einige die zu erwartenden Erfolge durch die Weiterbildung als kritisch ein. Empirische „Evaluationen von Weiterbildungsprogrammen zeigen, dass sie nicht generell und für alle Weiterbildungsteilnehmer gleichermaßen zu den gewünschten Ergebnissen führen. Qualifikatorische und geschlechtsspezifische Segregation des Arbeitsmarktes wird auf Dauer über berufliche Weiterbildung gestellt. Sie verschärft Ungleichheiten im Berufsverlauf und auf den Arbeitsmärkten. Kompensatorische Wirkungen in Bezug auf Arbeitslosigkeit sind deutlich beschränkt, ohne eine wirtschafts- und arbeitsmarktpolitische Ergänzung eignet sich die Weiterbildung nicht als Instrumentarium, Funktions- und Strukturdefizite des Beschäfti-

<sup>574</sup> Knapper, Cropley 2000, S. 53f

<sup>575</sup> Knapper, Cropley 2000, S. 54

gungssystems auszugleichen.“<sup>576</sup> Zudem wird bemängelt, dass ein so entstehendes Weiterbildungssystem negative Auswirkung auf die Individuen haben wird. Denn „Erwachsenenlernen wird zu einem reinen Instrument des beruflichen Weiterkommens, zum Jobtraining. Der Mehrwert der hierbei erzielt werden will, ist einzig kapitalmagnetisch, zwingt uns, ständig erreichbar, eben flexibel und in Bereitschaft zu sein“.<sup>577</sup> Bei einer Umsetzung im Rahmen des Lebenslangen Lernens sollte gezielt darauf geachtet werden, inwiefern derartige Effekte zu beobachten sind und, ob diese durch geeignete Maßnahmen abgemildert werden können. Ob schon eine Gleichsetzung von Lebenslangem Lernen mit (berufsbegleitender) Weiterbildung aus den o.a. Gründen nachvollziehbar erscheint, soll es in dieser Arbeit nicht darauf dezimiert werden, sondern das Lebenslange Lernen auch in der universitären Erstausbildung berücksichtigt werden.

In Deutschland erreichen Individuen nach dem Durchlaufen der ersten beiden Säulen des Bildungssystems (Primarbereich und Sekundarstufe 1) zunächst eine „Basisqualifikation“. Damit ist es bereits möglich, in das Berufs- und Ausbildungsleben zu starten. Ein anderer Weg ist die weiterführende Ausbildung in der Sekundarstufe 2, die mit dem Erreichen einer Hochschulreife enden kann oder über den tertiären Bildungsbereich gestreckt wird, der dann wiederum zu einem Hochschulabschluss führen kann. Sobald ein Individuum dann die (jeweils gewählten) Ausbildungsweg absolviert, also eine Berufsqualifikation erreicht hat, gehört es typischerweise zur Zielgruppe von Weiterbildungsmaßnahmen. Diese finden in Deutschland in unterschiedlichen Kontexten statt, wie z.B. als vom Arbeitgeber bzw. Unternehmen initiierte firmeninterne Angebote, privat finanzierte und organisierte Weiterbildungen oder vom Staat geförderte Maßnahmen (Umschulungsmaßnahmen, etc.).

Bei den Programmen an sich ist zu beachten, dass diese insbesondere den berufsbegleitenden Charakter der Bildungsmaßnahme berücksichtigen. Denn „Erwachsenenbildung findet im Kontext unterschiedlicher Lernfelder und Lernwelten statt. Nachstehend ist eine Auswahl von diesen im Überblick dargestellt:

- **Selbstbestimmtes Lernen und Lernvermitteln:** Lernen geschieht intentional, entlang selbstgewählter Themenfelder und durch eigenständig verfolgte Methoden
- **Lernen in Institutionen:** Institutionen der Erwachsenenbildung sind z.B. Lernzentren, Volkshochschulen, aber auch Universitäten
- **Lernen mit Medien:** Unterschiedliche Medien können genutzt werden und haben jeweils unterschiedliche Wirkung auf die Lernenden; dazu muss Medienkompetenz erworben werden

---

<sup>576</sup> Becker, Hecken 2005, S. 151

<sup>577</sup> Egger, R. in Kurth 2006, S. 45

- **Berufliches Lernen:** Erwachsene lernen beruflich im Rahmen von Aus-, Weiter- und Fortbildungen und im Rahmen sogenannter Qualitätszirkel (arbeitsproblembezogene Treffen von Praktikern zur Qualitätsverbesserung ohne externe Anleitung).
- **Lernen im Lebenszusammenhang:** Lernen kann auch eingebettet sein in Kulturarbeit – bei der das Lernen nicht notwendigerweise im Vordergrund stehen muss – sowie in Stadtteilarbeit oder im Gemeinwesen.
- Erwachsenenbildung findet im Rahmen unterschiedlicher **Trägerschaften** statt: Volkshochschulen, Familienbildungsstätten, gewerkschaftliche und kirchliche Einrichtungen – um nur einige zu nennen.<sup>578</sup>

### Entwicklung der Weiterbildung in Deutschland

Seit etwa 1970 sind Weiterbildungen aktiv in bildungspolitischen Debatten und Veröffentlichungen in Deutschland verankert. In dieser Anfangszeit allerdings noch überwiegend unter den synonym verwendeten Begriffen „Volksbildung“ und „Erwachsenenbildung“. In den 1970er und 1980er Jahren stieg die Zahl der durchgeführten bzw. in Anspruch genommenen Weiterbildungen dann stetig an. Einen Höhepunkt erreichte dies in den 1990er Jahren, als Weiterbildungen (als Ergebnis der Einbeziehung internationaler Einflüsse) dann Teil des Paradigmas „Lebenslanges Lernen“ wurden. Dieser „Hype“ beflügelte zwar noch einmal kurz die Teilnahme an beruflichen Weiterbildungsmaßnahmen. Denn sind diese seitdem eher konstant bis rückläufig (vgl. Abbildung 62). Einen sehr ähnlichen Verlauf zeigt die Kurve der Teilnahmen an allgemeinen (also nicht beruflichen) Weiterbildungen (vgl. Abbildung 63).

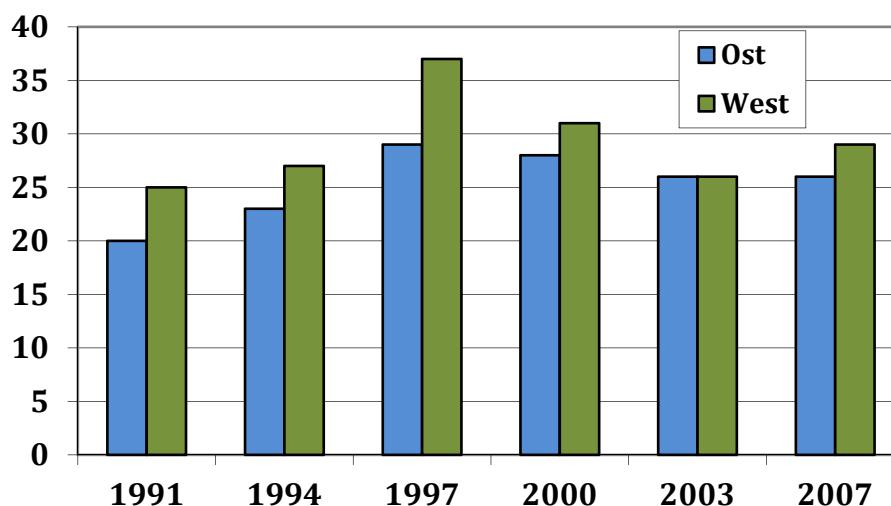


Abbildung 62: Beteiligung an beruflicher Weiterbildung im Ost-West-Vergleich (in %) <sup>579</sup>

<sup>578</sup> Mienert et al. 2011, S. 126f

<sup>579</sup> Zeitraum: 1991-2007, Rosenblatt, Bilger in Kühlenkamp 2010, S. 78



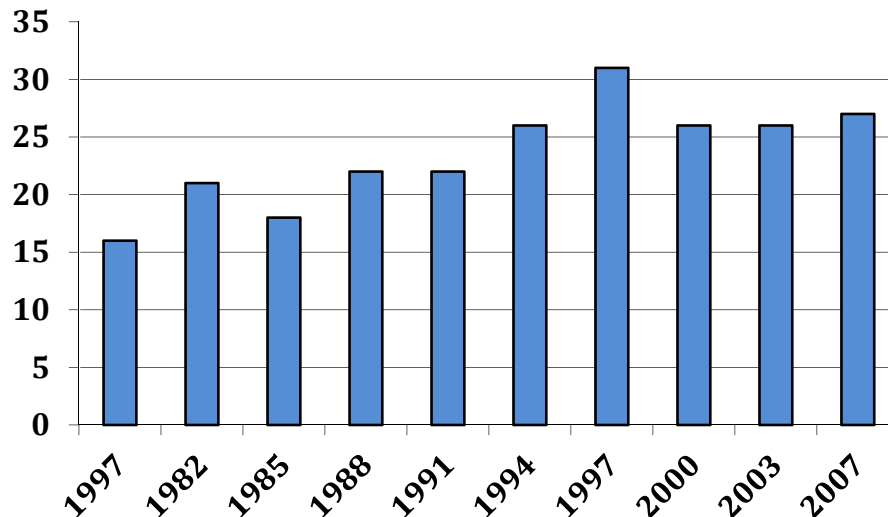


Abbildung 63: Beteiligung an allgemeiner Weiterbildung (in%)<sup>580</sup>

Grundsätzlich werden Weiterbildungsangebote in Deutschland durch unterschiedliche staatliche Stellen und Instrumente gefördert. Die folgende Liste gibt eine kurze Übersicht:<sup>581</sup>

- Gesetzgebund des Bundes: **„Arbeitsförderungsgesetz“ (AFG)** von 1969 und das Nachfolgegesetz **SGB III** (Sozialgesetzbuch III – Arbeitsförderung) in Deutschland mit der Zielsetzung „Arbeitslosigkeit zu vermeiden und durch die Verbesserung von beruflicher Beweglichkeit und Qualifikation arbeitsmarktpolitische Probleme zu vermindern“.<sup>582</sup> Zu Beginn ging es um präventive Aufgaben wie Fortbildung und Umschulung, aber als Reaktion auf die anhaltend hohe Arbeitslosigkeit ist diese nun überwiegend kurativ und zielt primär auf die Beseitigung von der Arbeitslosigkeit und Milderung daraus resultierender Folgen.
- **SGB II** (Sozialgesetzbuch II – Grundsicherung für Arbeitssuchende), auch „Hartz IV“, zur Förderung der (Wieder-) Eingliederung in den Arbeitsmarkt. Förderung zur Absicherung des Existenzminimums, Zusammenfassung der vorherigen Arbeitslosen- und Sozialhilfe. Weist eine stark sozial- und arbeitsmarktpolitische Ausrichtung auf und ist aufgrund kurzfristiger Veranstaltungen nur wenig bildungspolitisch wirksam. Insgesamt liegen die Ausgaben für die Förderung der Weiterbildung von SGB II über dem Niveau von denen des SGB III.
- **Gesetz zur Förderung der beruflichen Aufstiegsfortbildung**, Aufstiegsfortbildungsgesetz (AFBG), salopp „Meister-BAföG“, „gefördert wird mit Zuschüssen und Darlehen zur Finanzierung des Lebensunterhaltes sowie der Lehrgangs- und Prüfungsgebühren die Teilnahme an Fortbildungsveranstaltungen in Vollzeit- und Teil-

<sup>580</sup> Zeitraum: 1979-2007, Rosenblatt, Bilger in Kuhlenkamp 2010, S. 78

<sup>581</sup> Vgl. Kuhlenkamp 2010, S. 75ff

<sup>582</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 74

zeitform, die einen anerkannten Berufsabschluss oder eine entsprechende berufliche Qualifikation voraussetzen und auf anerkannte Fortbildungsprüfungen vorbereiten (Handwerks- und Industriemeister, Betriebswirte, Fachwirte, Fachkaufleute, Organisationsprogrammierer, Wirtschaftsinformatiker und einige Berufe im Gesundheitswesen).“<sup>583</sup>

- **Exkurs – der Europäische Sozialfond (ESF):** Auch die Europäische Union hat einen Einfluss auf die Weiterbildung in Deutschland. Der „Vertrag zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft“ (Fassung vom 26.02.2001) enthält konkrete Anweisungen bzgl. der Weiterbildung im Kontext des Lebenslangen Lernens. „Artikel 146 sieht die Errichtung des ‚Europäischen Sozialfonds‘ vor, dessen Ziel es ist, ‚innerhalb der Gemeinschaft die berufliche Verwendbarkeit und die örtliche und berufliche Mobilität der Arbeitskräfte zu fördern, sowie die Anpassung an die industriellen Wandlungsprozesse und an Veränderungen der Produktionssysteme insbesondere durch berufliche Bildung und Umschulung zu erleichtern‘.“<sup>584</sup>

Trotz dieser unterschiedlichen Förderungsprogramme bzw. –Ansätze und dem gesamteuropäischen Plan zur Etablierung des Lebenslangen Lernens, gehen die Förderungen für Weiterbildungsmaßnahmen in Deutschland insgesamt kontinuierlich zurück (vgl. Abbildung 64).

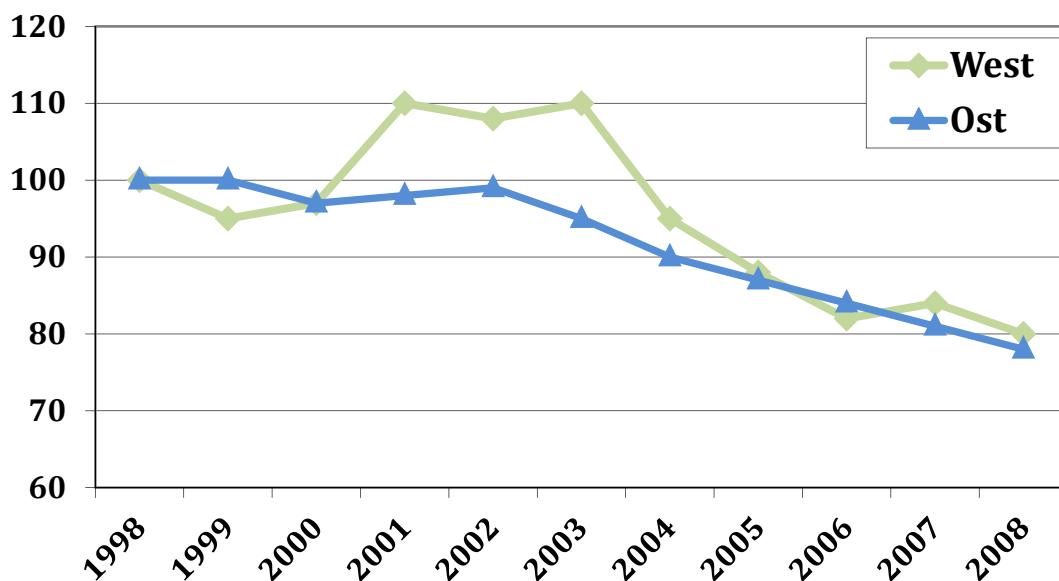


Abbildung 64: Entwicklung der Landeszuschüsse zur Weiterbildung<sup>585</sup>

<sup>583</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 74f

<sup>584</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 76

<sup>585</sup> nach dem jeweiligen Weiterbildungs-/Erwachsenenbildungsgesetz 1998-2008 in Prozent (1998 = 100%), Kuhlenkamp 2010, S. 79

Zum Beispiel zieht sich die Bundesagentur für Arbeit aus der beruflichen Weiterbildung zurück, u.a. im Rahmen der Hartz-Gesetze, die auf immer kurzfristigere Angebote zielen, die Menschen schnell in die Erwerbstätigkeit zurückführen sollen. Und obwohl die Förderung der öffentlichen Hand im Weiterbildungsbereich zurückgeht, entwickelt sich die Zahl der Weiterbildungen rund um ein konstantes Niveau (siehe oben). Das bedeutet, dass die Kosten für die Weiterbildung jetzt nicht mehr vom Staat getragen werden, sondern auf andere übergegangen sind – also auf Menschen oder Unternehmen.

So stellt eine Erhebung des „wbmonitor“<sup>586</sup> fest, dass „der Entwicklungstrend der letzten Jahre [...] deutlich erkennbar [ist]: der Anteil öffentlich geförderter **beruflicher Weiterbildung** geht stark zurück, der Anteil betrieblich finanzierter sichtbar, während der Anteil teilnehmerfinanzierter beruflicher Weiterbildung ebenso deutlich steigt“.<sup>587</sup> Ebenso hat sich die Art der Weiterbildungsmaßnahmen verändert: Seminare werden zunehmend kürzer und kompakter. Die hohe Beteiligung von Betrieben an Weiterbildungen sind zumeist „Training on the Job“-Veranstaltungen, die zumeist das „kostenneutrale“ Selbstlernen mit Medien oder E-Learning bedeuten. So scheinen die Betriebe „ihre Weiterbildungsbeteiligung zunehmend auf arbeitsplatznahe Qualifizierungen zu konzentrieren und geben zu 41% als Erfordernis an, für die Weiterbildung auch die Freizeit der Mitarbeiter einzusetzen.“<sup>588</sup>

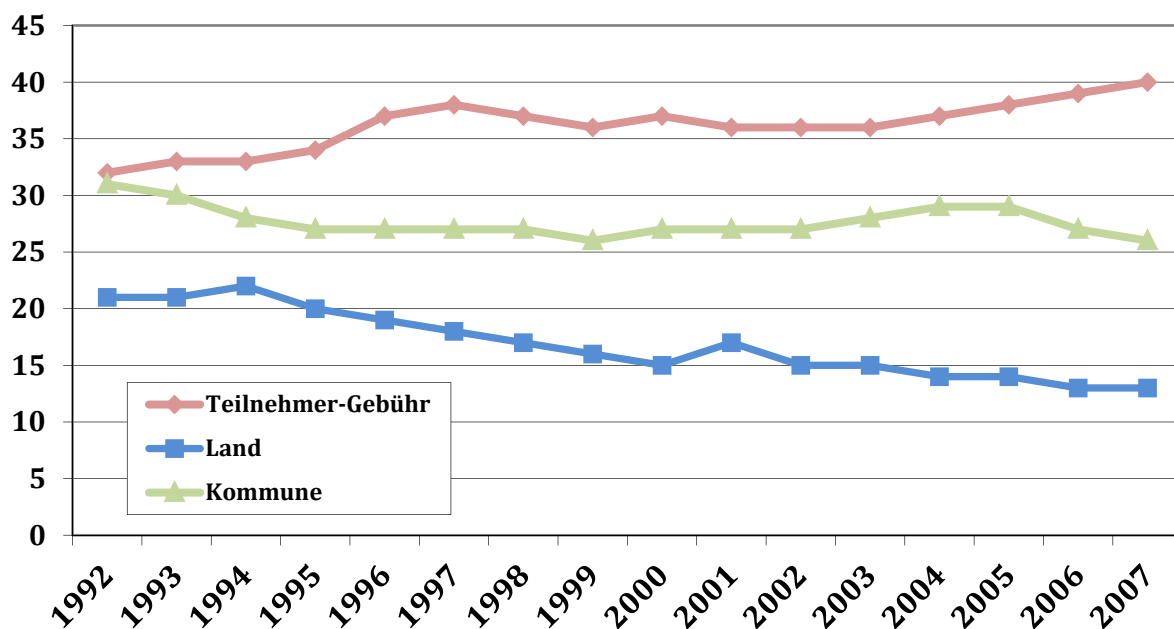


Abbildung 65: Entwicklung der VHS-Finanzierung 1992 bis 2007<sup>589</sup>

<sup>586</sup> Weiterbildungs-Monitor vom Bundesinstitut für Berufsbildung, <https://www.wbmonitor.de/>, abgerufen am 17.04.2012

<sup>587</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 83

<sup>588</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 83

<sup>589</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 84

**Allgemeine Weiterbildungsangebote** werden mittlerweile mit größeren Anteilen von den Teilnehmern selbst getragen (siehe anhand des Beispiels der Kurse an der Volkshochschule in Abbildung 65).

Bei anhaltender Entwicklung tragen die Individuen also den größten Kostenanteil für allgemeine als auch berufliche Weiterbildung selbst.<sup>590</sup> Die Möglichkeit zur Teilnahme an Weiterbildungsmaßnahmen wird somit vom individuellen finanziellen Hintergrund mitbestimmt. Dies ist ein wichtiges Argument dafür, dass die Weiterbildung, die damit verbundenen sozialen Aufstiegschancen und somit auch die Bildungschancen des Lebenslangen Lernens allgemein nicht allen gleichermaßen zur Verfügung stehen. Somit fördert eine derartige Entwicklung auf lange Sicht die soziale Ungerechtigkeit. Diesen Trend wahrnehmend kommt die „Expertenkommission Finanzierung Lebenslangen Lernens“ in ihrem Abschlussbericht zu folgendem Schluss: „Die Transformation der gegenwärtigen Weiterbildungslandschaft nach den Erfordernissen des Lebenslangen Lernens wird unzweifelhaft mehr Ressourcen erfordern. Alle Akteure, Individuen, Unternehmen und die öffentliche Hand werden mehr als in der Vergangenheit in Bildung investieren müssen“.<sup>591</sup>

### **Europäischer Vergleich**

Insgesamt ist die Weiterbildungsquote in Deutschland geringer als im europäischen Vergleich: aus einer EU-Arbeitskräfteerhebung aus dem Jahr 2006 geht hervor, dass lediglich 7,5% der Erwachsenen zwischen 25 und 64 Jahren an einer Weiterbildungsmaßnahme teilgenommen haben. Im Vergleich dazu liegt diese Werte bei den europäischen Nachbarn deutlich höher: Schweden 32,1% (2005), Dänemark 29,2%, Finnland 23,1, Norwegen 18,7 und der Schweiz bei 26,9%.<sup>592</sup> Ein möglicher Grund dafür ist die persönliche Ausbildung. Denn nur wer eine gute Erstausbildung wie z.B. Universitätsabschluss hat, ist potentiell an einer Weiterbildung interessiert und kann diese auch finanzieren. So liegt die Quote der Erwachsenen die im Tertiärbereich einen Abschluss erworben in Deutschland bei 24% – bei allen skandinavischen Ländern bei über 30%.<sup>593</sup>

#### **VI.2.1.4. Geschichtliche Entwicklung des Begriffs**

„Lebenslanges Lernen“ ist eine historisch gewachsene Begrifflichkeit. Die folgenden Abschnitte zeigen die Entwicklung des Begriffs und dafür wichtige Veröffentlichungen.

<sup>590</sup> Vgl. Kuhlenkamp 2010, S. 84

<sup>591</sup> Expertenkommission Finanzierung Lebenslanges Lernen 2004, S. 17

<sup>592</sup> Vgl. Eurostat 2008, S. 181

<sup>593</sup> Vgl. OECD 2008, S. 45

### VI.2.1.4.1. Internationale Veröffentlichungen zum Lebenslangen Lernen

Die folgende Tabelle 46 gibt eine Übersicht über die Entstehung des Begriffs „Lebenslanges Lernen“ und eine kurze Beschreibung darüber, welche gesellschafts- und bildungspolitischen Ideen und Maßnahmen damit verbunden wurden. Diese Entwicklung ist insbesondere im Hinblick auf die Diskussion zum korrespondierenden Menschenbild interessant und basiert auf weltweiten bzw. europäischen Veröffentlichungen und speziell deutschen Veröffentlichungen, die der folgende Abschnitt VI.2.1.4.2 vorstellt.

Jahr	Veröffentlichung	Beschreibung
<b>1960er Jahre:</b>	UNESCO-Weltkonferenz: „ <b>Permanent Education</b> “	Erste Beschreibung der Notwendigkeit für neue Konzepte in der Bildungspolitik, die Menschen auf die Anforderungen einer gesellschaftlich und technisch veränderten Welt vorbereiten sollen. Enthält keine konkrete Beschreibung, wie diese Konzepte aussehen werden/können.
<b>1971</b>	Europarat: „ <b>Permanent Education. Fundamentals for an Integrated Educational Policy</b> “	Menschen (Jugendliche und Erwachsene) sollen die Möglichkeit haben, Bildung zeitlich unbeschränkt weiterführen zu können, Lernprozesse selbst zu gestalten und eigene Lernbiographien zu erstellen.
<b>1972</b>	UNESCO: „ <b>Faure-Report – Learning to be. The world of education today and tomorrow</b> “	Deutscher Titel: „Wie wir leben lernen“ Kritische Bilanz der weltweiten Bildungssituation: Bericht entwirft das Bild einer entwickelten demokratischen und humanen Gesellschaft, die als „Lerngesellschaft“ bezeichnet wird. Wirkt utopisch, gesellschaftspolitisch, nicht bildungspolitisch.
<b>1973</b>	OECD/CERI: „ <b>Recurrent Education – A Strategy for lifelong Learning</b> “ Deutscher Titel: Ausbildung und Praxis im periodischen Wechsel	Prägung des Begriffs Lifelong Learning und Definition des Organisationsprinzips. „Recurrent Education“ ist charakterisiert als ein Konzept, das die Steuerung von Bildung und Ausbildung über die gesamte Lebensdauer der Individuen im periodischen Wechsel mit anderen Aufgaben und Aktivitäten des Lebens vorsieht, insbesondere mit dem Beruf.“ <sup>594</sup>
<b>1995</b>	Europäische Union (EU): „ <b>Lehren und Lernen. Auf dem Weg zur kognitiven Gesellschaft</b> “	Weißbuch zur allgemeinen und beruflichen Bildung: ein eher wirtschafts- und arbeitsmarktpolitisch, denn bildungspolitisch, orientierter Bericht, der eine kognitive Wissensgesellschaft skizziert, die zur Förderung und Sicherung von Beschäftigung dient.
<b>1996</b>	OECD: „ <b>Lifelong Learning for All</b> “	Änderung des Verständnisses des LLL im Vergleich zu 1972. Es werden drei wichtige Ziele benannt: „personal development“, „social cohesion“ und „economic growth“. Der Text „lässt sich verstehen als grundlegende Aufforderung an die Mitgliedsländer der OECD, ihre Schulen zu modernisieren und unter Einschluss des selbstorganisierten Lernens als Initiatoren des von Lifelong Learning zu organisieren.“ <sup>595</sup>
<b>1997</b>	Deutsche UNESCO-Kommission: „ <b>Delors-Report – Lernfähigkeit: Unser verborgener Reichtum</b> “	Der Bericht zielt auf die generelle Verbesserung der Bildung ab, Umsetzung anhand der „4 Säulen der Bildung“: Lernen, Wissen zu erwerben, Lernen, verstehen zu können, Lernen, zu handeln, Lernen, zusammen zu leben. Keine konkreten didaktischen Vorschläge zur Ausgestaltung, aber deutlicher Bezug darauf, dass Lernen lebensbegleitend stattfinden muss.
<b>1997</b>	UNESCO: „ <b>Agenda für die Zukunft des Lernens im Erwachsenenalter</b> “	Perspektivpapier, das die nötige Neuorientierung der Erwachsenenbildung zur Schaffung einer Perspektive für Lebenslanges Lernen beschreibt.
<b>2000</b>	Europäische Union (EU):	Europäische Union setzt sich das strategische Ziel, „die Union zum

<sup>594</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 18

<sup>595</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 22

	<b>„Memorandum über Lebenslanges Lernen“</b>	wettbewerbsfähigsten und dynamischsten wissensbasierten Wirtschaftsraum der Welt <sup>596</sup> zu machen. Dies soll durch eine „Verbesserung der Beschäftigungsfähigkeit und Reduzierung der Qualifikationsdefizite“ <sup>597</sup> erreicht werden.
<b>2003</b>	The World Bank: <b>„Lifelong Learning and the global knowledge economy“</b>	Dem stark ökonomisch ausprägten Bericht liegt ein „Verständnis [des Lebenslangen Lernens] zu Grunde, das angeleitet von der Humankapitaltheorie immer wieder auf den Zusammenhang von Humankapital und Wissen als Faktoren für das Wirtschaftswachstum verweist.“ <sup>598</sup>

**Tabelle 46: Geschichtliche Entwicklung des Begriffs "Lebenslanges Lernen"<sup>599</sup>**

#### **VI.2.1.4.2. Spezielle Programmatiken zum Lebenslangen Lernen in Deutschland**

Sämtliche bisher erwähnten Studien, Konferenzergebnisse oder Berichte waren als Empfehlungen für Mitgliedsstaaten der veröffentlichenden Organisationen oder Staatenbunde (wie z.B. UNESCO, OECD, EU) eher allgemein gehalten und zielten auf den gesamteuropäischen Raum. In Folge dieser Veröffentlichungen waren nationale Regierungen dazu angehalten, ihre eigenen Schlüsse zu ziehen, weitere nur auf die eigene Nation bezogene Studien durchzuführen und letztendlich selbst konkrete Maßnahmenkataloge für die Umsetzung des Lebenslangen Lernens (in welcher Ausprägung auch immer) auf den Weg zu bringen. In Deutschland gab es daraufhin vor allem zwei wegweisende Konzepte zum Lebenslangen Lernen, die hier kurz angeführt werden soll.<sup>600</sup>

#### **Enquete-Kommission (1990): „Zukünftige Bildungspolitik – Bildung 2000“**

Die Kommission wurde 1987 gegründet und dokumentierte mit dem 1990 veröffentlichten Abschlussbericht den Konsens bzgl. der Umsetzung des Lebenslangen Lernens, dass...

- „Bildung und Ausbildung sowohl zur Entwicklung der Demokratie als auch zur Sicherung des nationalen Wohlstands und der allgemeinen Lebensbedingungen immer wichtiger würden,
- Der Prozess der Bildungsexpansion und der Steigerung des Bildungs- und Qualitätsniveaus positiv zu bewerten sei und
- Weiterbildung sich neben zahlreichen anderen bildungspolitischen Forderungen nicht nur an Führungskräfte richten dürfe, sondern auch un- und angelernte Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer erreichen müsse.“<sup>601</sup>

<sup>596</sup> Europäische Kommission 2000

<sup>597</sup> Europäische Kommission 2000

<sup>598</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 29

<sup>599</sup> Eigene Darstellung, in Anführungszeichen stehendes sind direkte Zitate aus Kuhlenkamp 2010, S. 14ff. Vgl. dazu auch Dohmen 1996.

<sup>600</sup> Vgl. Kuhlenkamp 2010, S. 32ff

<sup>601</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 32

Um diese Ziele umzusetzen, „müssen schon in der Erstausbildung die Voraussetzungen hinsichtlich der Bereitschaft zu lebensbegleitendem Lernen und der Fähigkeit zu selbständigem Wissenserwerb gelegt werden“.<sup>602</sup> Die von diesem Bericht ausgehenden Impulse „verpufften“ allerdings schnell, da sich durch die Deutsche Einheit und die Schwierigkeiten bei der Zusammenführung der Bildungssysteme der DDR und der BRD unerwartete Integrationsprobleme ergaben.<sup>603</sup>

### **Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK, 2004): „Strategien für Lebenslanges Lernen in der Bundesrepublik Deutschland“**

Dieser Bericht zeigt nötige Veränderungen der Bildungsbereiche – Schule, berufliche Bildung, Hochschule, Weiterbildung – auf, um Lebenslanges Lernen als etwas „Selbstverständliches“ in Deutschland zu etablieren. Insbesondere geht der Bericht auf die gezielte Anwendung und Trennung von formalen und informellen Lernprozessen ein und liefert veränderte Definitionen für das „Lernen“. Zudem wird verstärkt auf die Beschreibung der Rahmenbedingungen einer möglichen Umsetzung eingegangen. Der Bericht beschreibt konkret:<sup>604</sup>

- **Entwicklungsschwerpunkte** „deren Realisierungsstand Indizien für die Verwirklichung des Lernens in unterschiedlichen Lebensphasen und Lebensbereichen darstellen“<sup>605</sup>,
- 5 unterschiedliche **Lebensphasen** (vgl. VI.2.1.2)
- Konzept der **vertikalen Vernetzung**: Unterschiedliche Bildungs- und Ausbildungsphasen im Lebenslauf sollen zusammenwirken und aufeinander bezogen sein
- Konzept der **horizontalen Vernetzung**: Innerhalb einer Lebensstufe sollen unterschiedliche Bildungsinstitutionen, -orte und -formen zusammenwirken

Als problematisch wurde angesehen, dass nicht diskutiert wurde, ob eine Aus- und Weiterbildung wirklich in jeder dieser Lebensphasen sinnvoll ist. Dafür umfasste die Betrachtung teilweise Probleme des sozialen Bereichs wie z.B. Chancengleichheit und die Integration benachteiligter Jugendlicher etc. Insgesamt erlangte dieser Bericht im Vergleich zu dem der Enquete-Kommission deutlich mehr Aufmerksamkeit, da kurze Zeit später die Ergebnisse der PISA-Studie (2001) veröffentlicht wurden, aus denen hervorging, dass Schüler aus Deutschland in den Bereichen Lesefähigkeit sowie mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung insgesamt eher enttäuschend abgeschlossen hatten. Somit war (zumindest kurzzeitig) der Anreiz geschaffen, im Bereich der Bildungspolitik zu handeln.

---

<sup>602</sup> Vgl. Enquete-Kommission „Zukünftige Bildungspolitik – Bildung 2000“ 1990

<sup>603</sup> Vgl. Kuhlenkamp 2010, S. 33

<sup>604</sup> Vgl. Kuhlenkamp 2010, S. 100

<sup>605</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 34

#### **VI.2.1.5. Ziele, Vor- und Nachteile des LLL – zwischen Euphorie und Realität**

Die vorherigen Abschnitte haben es bereits angedeutet: Die Triebfeder bei der Diskussion und Umsetzung des Lebenslangen Lernens sind ökonomische, bzw. wirtschaftliche Erwägungen. „Sicherung des Wohlstands“ oder „optimale Ausnutzung der Ressource Mensch“ waren dort aufgeführt. Dennoch sind auch andere – gesellschaftspolitische oder (subjekt-) psychologische – Ziele im Katalog des Lebenslangen Lernens zu finden:

- „Förderung des Wirtschaftswachstums durch lerninduzierte Innovationen und durch eine Stärkung des LLL in KMUs.
- Beschäftigungsfähigkeit der Individuen
- Förderung der gesellschaftlichen Teilhabe und des zivilgesellschaftlichen Engagements
- Stärkung der sozialen Kohäsion
- Stärkung der Lern- und Bildungsbereitschaft, sowie der Eigenverantwortung der Individuen
- Soziale Ausgewogenheit der Bildungsteilhabe der Finanzierungsbelastungen“<sup>606</sup>

Zudem ist es für die Diskussion der Ziele, Vor- oder Nachteile sinnvoll zu betrachten, welche Gruppen ein Interesse am Lebenslangen Lernen haben und warum. Denn in einem so allgemeinen Paradigma, das übergreifend für alle europäischen Staaten formuliert wurde und das alle betrifft, ist eine Ambivalenz von (gerechtfertigten) Interessen selbstverständlich und zu erwarten. Zunächst kann festgestellt werden, dass das Lebenslange Lernen ein politisch angetriebenes Konstrukt ist, das Auswirkungen auf Politik (als Initiator), Wirtschaft, Gesellschaft, bzw. die diese ausmachenden Subjekte haben wird. Die geschichtliche Entwicklung des Begriffs zeigt, dass die politisch/ökonomischen Ziele im Vordergrund stehen.<sup>607</sup> Dies kann z.B. durch die Grundsatzaussage des ehemaligen Bundesministers für Arbeit und Sozialordnung Norbert Blüm untermauert werden: „Modernisierung der Wirtschaft kann sich nicht nur auf Erneuerung des Maschinenparks beschränken. Nur qualifizierte Arbeitnehmer werden moderne Arbeitsplätze beherrschen. Nur qualifizierte Arbeitnehmer schaffen auf modernen Arbeitsplätzen intelligente Produkte. Intelligente Produkte sind auch unsere weltwirtschaftliche Chance. [...] Unser wichtigster Produktionsfaktor sind die Menschen. Sie sind wertvoller als jeder Rohstoff und jede maschinelle Ausstattung“.<sup>608</sup>

---

<sup>606</sup> Fischer, S. in Kurth 2006, S. 71

<sup>607</sup> Vgl. Kuhlenkamp 2010, S. 38ff

<sup>608</sup> Blüm, N. 1986 in Kuhlenkamp 2010, S. 36



Abstrahierter betrachtet sind in Deutschland diese individuellen Interessengruppen und einschlägige Meinungen bzgl. des Lebenslangen Lernens anzunehmen:<sup>609</sup>

- **Interesse des Staates:**

**1. Ökonomische Interessen:** Moderne Staaten der westlichen Welt sind Steuerstaaten, d.h. der Staat wird getragen von Steuereinnahmen, die umso besser ausfallen, je produktiver die Firmen und die Bürger sind. Dabei reguliert der Staat die Ausbildung der „Ressource Mensch“, die dann den Firmen zur Verfügung steht. Natürlich muss der Staat also – insbesondere aus ökonomischer Sicht – daran interessiert sein, dass die Arbeitnehmer entsprechend gut qualifiziert und kompetent sind, damit sie den Firmen als produktive Mitarbeiter zur Verfügung stehen. Oft fällt in diesem Zusammenhang der Begriff „*Beschäftigungsfähigkeit*“ oder „*Employability*“. Diese soll in Bezug auf Arbeitnehmer erhöht werden, „durch verbesserte und flexiblere Aus- und Weiterbildung auf der Grundlage einer soliden Allgemeinbildung“<sup>610</sup> zur Steigerung der Arbeitskraft/-Leistung („workforce“).

Zur Sicherung der wirtschaftlichen Stabilität und der Wohlfahrt des Staates werden verschiedene Interventionsinstrumente zur „Konjunktur-, Investitions-, Struktur- oder Arbeitsmarktpolitik verwendet“<sup>611</sup>. Denn „angesichts zunehmender internationaler Austauschprozesse unter dem Druck der Globalisierung hat der Staat deshalb ein Interesse an der möglichst umgehenden und kontinuierlichen Anpassung der Kompetenzen und Qualifikationen der Angehörigen des Beschäftigungssystems an dessen Anforderungen“<sup>612</sup>.

**2. Politische Interessen:** Das Bildungssystem ist Ort von Sozialisation innerhalb des Staates. Bildungsinstitutionen vermitteln Kompetenzen, politische und gesellschaftliche Werthaltungen und Verhaltensmuster, Grundlage für das Verständnis von Zusammenhängen im Staatssystem und zur Wahrung der Demokratie, insbesondere wird damit die Funktionalität des Staates aufrecht erhalten. Das Lebenslange Lernen ist „wichtige politische Strategie zur Sicherung von Qualifikationen der Gesellschaftsmitglieder und deren Loyalität gegenüber dem Staatswesen“.<sup>613</sup> Ebenso ist es ein strategisches Mittel, um die Gesellschaftsmitglieder zukünftig schnellstmöglich auf veränderte gesellschaftliche und ökonomische Anforderungen anpassen zu können.

- **Interesse der Arbeitnehmer:**

**1. Existenzielles Interesse:** Für Arbeitnehmer ist eine solide Ausbildung (und Weiterbildungsangebote) obligatorisch, um stets die vom Arbeitsmarkt geforderte Qualifikation zu haben und zu erhalten, da diese als Grundlage für ihre Beschäftigung anzusehen ist und somit in den meisten Fällen auch der ökonomischen Existenz.

---

<sup>609</sup> Zusammenfassung aus Kuhlenkamp 2010, S. 39ff

<sup>610</sup> Egger, R. in Kurth 2006, S. 42

<sup>611</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 38

<sup>612</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 39

<sup>613</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 39

**2. Erhaltung des Wohlstandes:** Zur Erhaltung der Qualifikation (und somit des individuellen Wohlstands, s.o.) müssen sich Arbeitnehmer kontinuierlich weiterbilden – z.B. durch berufliche Fortbildung zur Aktualisierung der individuellen Qualifikationen, politischer Bildung oder allgemeiner Weiterbildung. Diese sind notwendig, um in der aktuellen Arbeitswelt mit sich schnell verändernden Anforderungen bestehen zu können.<sup>614</sup>

- **Interessen der Arbeitgeber und Betriebe:**

**1. Produktive Arbeitskräfte:** Betriebe haben Interesse an gut ausgebildeten Arbeitskräften, allerdings nur so gut ausgebildet, dass es zum „Qualifikationsrahmen“ der entsprechenden Stelle passt. Höher ausgebildete, „überqualifizierte“ Mitarbeiter sind in der Regel anfällig für Abwerbungen. Vorteil für Betriebe: Arbeitgeber und Betriebe können die Aufwendungen für Aus- und Weiterbildung ihrer Mitarbeiter über die Preise ihrer Produkte refinanzieren oder steuerlich geltend machen, d.h. die Ausbildung des Produktionsfaktors Mensch bezahlt der Staat in Form von einer Minderung seiner Steuereinnahmen.

**2. Weiterbildung:** Betriebe und Arbeitgeber interessieren sich ausschließlich für die Weiterbildung ihrer eigenen Mitarbeiter. Insgesamt steigt das Interesse der Arbeitgeber an arbeitsplatznahen Weiterbildungsformen, begleitet von der Forderung, dass diese nicht während der Arbeitszeit, sondern vermehrt in der Freizeit der Arbeitnehmer stattfinden sollen.

- **Interessen der gesellschaftlichen Großorganisationen (wie z.B. Verbände, Kirchen und Parteien):** Diese verfügen gegenüber dem Staat über eine beträchtliche „Pressionsmacht“. „Ein Teil der Weiterbildungsinstitutionen wird von gesellschaftlichen Großorganisationen getragen, deren Engagement in der Weiterbildung auch als Ausdruck der jeweils primären Funktionsbestimmung von Kirchen, Parteien, Gewerkschaften, Arbeitgeber- oder sonstigen Verbänden zu verstehen ist. Weiterbildung steht dabei auch im ihr übergeordneten Interesse der Institutionen, die ihre jeweilige Einrichtung der Weiterbildung als Träger politisch, rechtlich und finanziell verantworten und dabei auch die Berücksichtigung ihres gesellschaftspolitischen Primärinteresses von ihrer Weiterbildungseinrichtung erwarten“.<sup>615</sup> D.h., dass diese Einrichtungen „ideologisch eingefärbte“ (im Sinne des eigenen Standpunktes) Weiterbildungsmaßnahmen anbieten. Beispiele dafür sind z.B. kirchlich getragene Kindertagesstätten oder Konfessionsschulen. Das Engagement der gesellschaftlichen Großorganisationen geht allerdings seit Jahren stetig zurück. Dies ist wohl hauptsächlich einem großen Mitgliederschwund und damit einhergehenden, zunehmend fehlenden finanziellen Ressourcen geschuldet.

---

<sup>614</sup> Vgl. Forum Bildung 2001, S. 3

<sup>615</sup> Kühlenkamp 2010, S. 43

Für alle o.a. Gruppen gilt allerdings gemeinsam, „dass ihr Interesse am lebensbegleitenden Lernen mit anderen, eigenen, Interessen konkurriert, zum Teil auch kollidiert und von ihnen deshalb auch oft als nachrangig behandelt wird“.<sup>616</sup> Neben den Zielen, die sich primär aus der allgemeinen Interessenlage ergeben, werden im Sinne der Umgestaltung der Gesellschaft durch Lebenslanges Lernen noch andere **Ziele** und **Vorteile** benannt:

- **Ökonomisch:** „Schlüssel zur Stärkung von Europas Wettbewerbsfähigkeit und zur Verbesserung von Beschäftigungsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit der Arbeitskräfte“<sup>617</sup>
- **(Subjekt-) Psychologisch:** Lebenslanges Lernen ist... “a device for helping people find patterns of life that satisfy their social, emotional and aesthetic needs, even in a rapidly evolving society“<sup>618</sup> Folgende zehn Vorteile ergeben sich für Individuen:
  - “It helps fully develop natural abilities
  - it opens the mind
  - it creates a curious, hungry mind
  - it increases our wisdom
  - it makes the world a better place
  - it helps us adapt a change
  - it helps us find meaning in lives
  - it keeps us involved as active contributors of society
  - it helps us make new friend and establish valuable relationships
  - it keeps to an enriching life of self-fulfillment”<sup>619</sup>
- **(Gesellschafts-) Politisch:** Das Lebenslange Lernen soll ein demokratisches Wertesystem vermitteln. Allgemeine Ziele laut Definition der Europäischen Kommission:
  - „Neue Basisqualifikation für alle
  - Höhere Investitionen in die Humanressourcen
  - Innovation in den Lehr- und Lernmethoden
  - Bewertung des Lernens
  - Umdenken in Berufsberatung und Berufsorientierung
  - Das Lernen den Lernenden auch räumlich näher bringen“<sup>620</sup>

Die Gründe für das Lebenslange Lernen und die zugehörigen Ziele – die größtenteils positiv klingen – sollen allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass es durchaus auch **Nachteile**

---

<sup>616</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 45

<sup>617</sup> Memorandum für Lebenslanges Lernen, Europäische Kommission 2000, S. 5

<sup>618</sup> Knapper, Cropley 2000, S. 17

<sup>619</sup> Vgl. Nordstrom 2006

<sup>620</sup> Stahl 2002, S. 6

**und Kritik** gibt. Allen voran ist der wohl größte Kritikpunkt, dass sich das Lebenslange Lernen, gleichwohl hinter den Kulissen, eines „menschenverachtenden Menschenbildes“ bedient, das „die Lernleistung von Individuen [...] primär als strukturelle Ressource und funktionales Element für gesellschaftliche Entwicklung betrachtet“<sup>621</sup>. D.h. es handelt sich um ein Programm, das den Menschen zunächst einmal betriebswirtschaftlich betrachtet, also als „Resource Mensch“, die als eine Eingangsgröße im Produktionsprozess Teil einer zu optimieren- den Formel werden kann.

Ein weiterer markanter Nachteil, bzw. Kritikpunkt, am Programm des Lebenslangen Lernens ist, dass es in der öffentlichen Wahrnehmung nach wie vor als Schlagwort bzw. „leere Wort- hülse“ wahrgenommen wird. Dies mag daran liegen, dass auch Jahre nach dem Aufkommen des Begriffs Fragen bzgl. konkreter „Hintergründe wie Inhalte, Konzepte und Strategien zur Verwirklichung von Lebenslangem Lernen“<sup>622</sup> unbeantwortet bleiben und der Begriff „in ei- ner verwirrenden Bedeutungsvielfalt von pragmatischer Bildungsexpansion bis hin zu einem idealistischen Bewältigungsinstrument für die zukünftigen Probleme des einundzwanzigsten Jahrhunderts.“<sup>623</sup> verbleibt. Einen genauen Blick auf eine Umsetzung des Lebenslangen Ler- nens, bzw. einen „Stand der Dinge“, liefert Abschnitt VI.2.1.6.

#### **VI.2.1.6. Umsetzung des Lebenslangen Lernens in der Praxis**

Eins sei gleich vorweg erwähnt: Selbst, wenn der Wunsch nach der kompletten Umsetzung des Paradigmas „Lebenslanges Lernen“ bestünde, wäre dies kurz- bis mittelfristig schwierig bis unmöglich. Zunächst ergibt sich bei einer flächendeckenden Einführung in ganz Europa das Problem, dass das Lebenslange Lernen als europäische Idee (zumindest in der jetzigen Form) bisher nur eine Richtlinie ist, eine konkrete Umsetzung müssen die Länder Europas selbst organisieren und die Programmatik in entsprechende Gesetze fassen. Dies dürfte sich als größere Herausforderung gestalten, da hierbei unterschiedlichste politische, nationale und kulturelle Eigenschaften und Bedingungen zu erkennen und zu berücksichtigen sind.<sup>624</sup>

Das zweite grundlegende Problem ist, dass es zwar eine mehr oder weniger präzise Vorstel- lung davon gibt, was Lebenslanges Lernen ist – und sogar diese unterscheiden sich noch, je nachdem in welchem fachlichen Kontext darüber diskutiert wird –, aber keine konkreten Vor- stellungen oder Vorschläge, wie eine Umsetzung aussehen müsste: „Das Konzept des lebens- langen Lernens bietet [...] keine Orientierung für die professionelle Gestaltung und Beglei- tung von Lehr-Lern-Situationen. Es liefert weder ein theoretisch expliziertes Verständnis von

<sup>621</sup> Dausien, B. in Herzberg 2008, S.153

<sup>622</sup> Gerlach 2000, S. 9f

<sup>623</sup> Ebd., S. 9f

<sup>624</sup> Vgl. Gerlach, C., 2000, S. 190

Lernprozessen – wenn man von dem allgemeinen Postulat absieht, dass Lernen immer und überall (‘lifelong‘ und ‘lifewide‘) stattfindet –, noch leitet es spezifische pädagogische Handlungsweisen in der didaktischen Begleitung von Lernprozessen an“.<sup>625</sup>

In Ermangelung konkreter Umsetzungsvorschläge, gilt es also zunächst, eine Vorstellung davon zu entwickeln, welche genauen Ausprägungen das Lebenslange Lernen in der Realität haben soll. Die Diskussion in Deutschland zeigt dabei, dass es derzeit noch eine deutliche Diskrepanz zwischen der Wunschvorstellung der Aus- und Weiterbildung und Lebenslangem Lernen im Vergleich zur Realität gibt.<sup>626</sup> Die folgende Liste zeigt eine Übersicht, die sich auf die Stufen des deutschen Bildungssystems bezieht:

- **Kindergarten:** Personal in Kindergärten hat selten einen akademischen Hintergrund, immer höhere Beiträge sind selbst zu bezahlen, sodass es für sozial schwache Familien schwieriger wird, ihre Kinder in den Kindergarten zu schicken. Eine für alle zugängliche Möglichkeit, Lernen als Lebenshaltung zu verstehen, ist so kaum umsetzbar.
- **Allgemeinbildendes Schulwesen:** Durch relativ schnelle Einteilung in „Leistungsstufen“ und den Wechsel auf Haupt-, Real-, Gesamtschule oder Gymnasium kann in einem großen Teil von Deutschland von gleichen Chancen kaum mehr die Rede sein. Insbesondere, da sich der soziale Hintergrund dabei in Form von Vorbildung, Elternhaus, etc. widerspiegelt, erscheint das allgemeine Schulwesen eher ungeeignet als Förderinstanz für das Lebenslange Lernen.
- **Berufsausbildung:** „Es ist zu vermuten, dass die Berufsausbildung durch das Verfehlen eines als immer wieder als Normalfall dargestellten Ausbildungsplatzes im dualen System oder im gewünschten Ausbildungsberuf oder durch die Nichtübernahme in ein Beschäftigungsverhältnis nach der Ausbildungsphase den Lernwillen und Lernoptimismus zahlreicher Jugendlicher beschädigt.“<sup>627</sup>
- **Hochschulen:** 25% eines Studierendenjahrgangs verlassen jährlich die Hochschule ohne Abschluss. Dies kann als Scheitern empfunden werden und fördert kaum die Motivation, weiter zu lernen. Zudem ist die Realität an Hochschulen außerdem auch nur begrenzt „Lerner-freundlich“: Studierende erleben an den Universitäten, dass nicht wissenschaftliche Lehre praktiziert wird, sondern wissenschaftliche Forschung, Universitäten beschäftigen sich mit sich selbst, nicht damit, den Studierenden die Lernfreude zu erhalten und diese zu fördern. Da die Gruppe der Hochschulabsolventen den größten Teil der späteren Teilnehmer an Weiterbildung ausmachen wird, muss dies auch kritisch für die Förderung der Etablierung des Lebenslangen Lernens angesehen werden.

---

<sup>625</sup> Dausien, B. in Herzberg 2008, S.153f

<sup>626</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 88f

<sup>627</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 88

- **Weiterbildung:** Obwohl das Lebenslange Lernen in der bildungspolitischen Diskussion „en vogue“ ist, schwinden im Bereich der Weiterbildung jedes Jahr finanzielle Ressourcen und Beteiligung. „Gerade die Weiterbildung als möglicher Garant von Lernchancen nach der Ausbildungsphase müsste zu Gunsten des lebensbegleitenden Lernens in den Stand versetzt werden, innerhalb des Bildungswesens gegenüber früheren Schwachstellen und Versäumnissen komplementär und kompensatorisch zu wirken. Eher ist die Schwächung ihrer Potenziale zu beobachten.“<sup>628</sup>

Zudem wird als eher negatives Indiz für die Realisierung des Lebenslangen Lernens angemerkt, dass die „Schwächen und Defizite des deutschen Bildungswesens sowie seiner eingeschränkten Möglichkeiten, das lebensbegleitende Lernen im großen Stil zu realisieren, [...] Ausdruck und Ergebnis des Sachverhalts [sind], dass in der deutschen Gesellschaft Bildung, Bildungspolitik und Bildungsfinanzierung von eher nachrangiger Bedeutung sind.“<sup>629</sup> So lag der Gesamtanteil an öffentlichen und privaten Bildungsausgaben in Deutschland im Jahr 2005 bei nur 5,1%, im Vergleich zum europäischen Ausland mit z.B. Dänemark 7,4%, Finnland 6,0% und Schweden 6,4%.<sup>630</sup>

Geht man einmal von der Illusion aus, dass jeglicher gesellschaftspolitischer Diskurs beigelegt, ein positives Interesse vorhanden und eine umfassende Finanzierung sichergestellt wäre – die Umsetzung also beginnen könnte – bleiben immer noch viele Herausforderungen zu meistern und Fragen zu beantworten:

- **Definieren der Maßnahmen** und einer Umsetzungsstrategie (Zeit, Budget, etc.)
- Schaffen einer **wissenschaftlichen Basis**, die den Veränderungsprozess unterstützen kann und den Konsens bei der Begriffs- und Programmentwicklung sicherstellt.
- **Abbau von Zugangsbarrieren** für Gleichheit und Gerechtigkeit:<sup>631</sup>
  - *Strukturelle Barrieren:* Gleiche Zugangsmöglichkeiten zur Bildung für alle garantieren
  - *Institutionelle Barrieren:* Bildungsinstitutionen sind derzeit nicht in der Lage, die gewünschte Flexibilität zu gewährleisten: z.B. flexible Vorlesungstermine (für Teilzeitstudierende), 24-Stunden-Bibliotheken, etc.
  - *Lernbarrieren:* Berücksichtigen von Einstellungen, Meinungen und Gefühlen der Studierenden, um Motivation und Lernerfolg zu erhöhen
- **Einbindung der Maßnahmen in bestehende Bildungseinrichtungen**, wie z.B.

<sup>628</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 88

<sup>629</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 88f

<sup>630</sup> OECD 2008, S. 258

<sup>631</sup> Vgl. Knapper, Cropley 2000, S. 184

### Hochschulen oder Universitäten

- Berücksichtigung bestehender gesellschaftlicher Normen oder Zwänge und Einhaltung von rechtlichen Rahmenbedingungen
- Berücksichtigung von Qualifikationen, die bereits im Berufsleben gemacht werden
- Sicherstellen der Gleichberechtigung und Abbau der vielfältigen Barrieren
- **Sicherstellen der Qualität** im Vergleich zum europäischen Ausland

Neben der Bewältigung dieser Herausforderungen braucht die Umsetzung des Lebenslangen Lernens zudem einen starken politischen Willen, auf nationaler, organisationalen und individueller Ebene.<sup>632</sup> Da eine Umsetzung des Lebenslangen Lernens „in einen Schritt oder komplett“ aus den o.a. Gründen unrealistisch ist, gibt es in Deutschland nun Bestrebungen, verschiedene Facetten der Programmatik in kleinen Phasen zu implementieren.<sup>633</sup> Dafür sollen diese geförderten Programme<sup>634</sup> sorgen: COMENIUS<sup>635</sup> (Schulbildung), ERASMUS<sup>636</sup> (Hochschulbildung), LEONARDO DA VINCI<sup>637</sup> (Berufliche Bildung) und GRUNDTVIG<sup>638</sup> (Erwachsenenbildung). Dies ist ohne Zweifel ein Schritt in die richtige Richtung, wenngleich es problematisch sein wird, wenn das Lebenslange Lernen nur vom Bildungsbereich umgesetzt werden soll. Denn das gesellschaftsverändernde und durchdringende Konzept des Paradigmas Lebenslanges Lernen setzt an vielen Stellen an. Deshalb müssen einerseits entsprechende (politische) Rahmenbedingungen geschaffen werden. Andererseits müssen sich dafür bestimmte positive Grundeinstellungen in Bezug auf das Lebenslange Lernen – wie z.B. Teilzeitstudium/-Arbeit als Normalität, Lernen als lebensbegleitender Prozess – in der Gesellschaft etablieren. Solange dies nicht für einen Großteil der Bevölkerung zutrifft, wird das Lebenslange Lernen ein Paradigma ohne Umsetzung bleiben.

### VI.2.2. Wandel und neue Wege im (Weiter-) Bildungssektor für MINT-Fachkräfte

Der Grundgedanke des Lebenslangen Lernens ist einfach: Insgesamt wird das Lernen zeitlich gestreckt und so der in Deutschland bestehende, große initiale Bildungsblock zwischen dem Kindergartenalter und akademischen Abschluss entzerrt. Führt man diesen Gedanken weiter, soll es somit möglich sein, berufsbegleitend weiter zu lernen, um kurzfristig im Beruf not-

---

<sup>632</sup> Vgl. Sutherland 2008, S. 80

<sup>633</sup> <http://www.lebenslanges-lernen.eu>, abgerufen am 03.11.2012

<sup>634</sup> [http://www.kmk-pad.org/fileadmin/Dateien/download/va/Veroeffentlichungen/LF\\_BrosLL1110.pdf](http://www.kmk-pad.org/fileadmin/Dateien/download/va/Veroeffentlichungen/LF_BrosLL1110.pdf), abgerufen am 03.11.2012

<sup>635</sup> COMENIUS, <http://www.kmk-pad.org>, abgerufen am 03.11.2012

<sup>636</sup> ERASMUS, <http://www.eu.daad.de>, abgerufen am 03.11.2012

<sup>637</sup> LEONARDO DA VINCI, <http://www.na-bibb.de>, abgerufen am 03.11.2012

<sup>638</sup> GRUNDTVIG, <http://www.na-bibb.de>, abgerufen am 03.11.2012

wendige Fachqualifikationen zu erwerben. Dies soll den MINT-Bereich beflügeln und Lücken in der Versorgung mit der „Ressource Mensch“ – wobei hiermit natürlich bestmöglich ausgebildete Fachkräfte gemeint sind – verhindern.

Damit dies möglich wird, muss sich Einiges am deutschen Bildungssystem verändern, seien es die Inhalte und Curricula, dessen pädagogische und didaktische Konzepte, die Bildungsinstitutionen und deren Verwaltung oder die politischen Rahmenbedingungen... Diese Liste könnte sicherlich noch fortgesetzt werden, insbesondere da es derzeit überwiegend an konkreten Vorschlägen mangelt, wie genau das Lebenslange Lernen in Deutschland eingeführt werden könnte.

Es ist klar, dass man dafür grundsätzlich an unterschiedlichen Stellen ansetzen müsste. Denn das deutsche Bildungswesen besteht aus den folgenden Bereichen, den sog. „vier Säulen“:

1. **Elementar- und Primarbereich:** Kindergarten, Vor- und Grundschule
2. **Sekundarbereich:** weiterführende Schulen und berufliche Bildung
3. **Tertiärer Bereich:** Hochschulen und Universitäten
4. **Quartärer Bereich:** Weiterbildung

Mit einer Besonderheit: dem „dualen Ausbildungssystem“. Dies ist ein Bildungsangebot als Kooperation zweier verschiedener Bildungsträger, die praktische Ausbildung in einem privaten Betrieb parallel zu einer öffentlichen/staatlichen Berufsschule vorsieht.

Die vorliegende Arbeit soll sich – zur Vereinfachung – nicht mit all diesen Bereichen beschäftigen. Vielmehr liegt der Fokus der Betrachtung auf den Bereichen oder Säulen „3“ und „4“, also der Hochschulausbildung und der Verknüpfung der Institution Hochschule mit dem Bereich (berufsbegleitende) Weiterbildung im Sinne des Lebenslangen Lernens.

Die folgenden Abschnitte werden nun einige der prägnantesten Veränderungen für das Beispiel „Aus- und Weiterbildung für MINT-Fachkräfte“ skizzieren. Gleichwohl sei darauf hingewiesen, dass die dabei angeführten, notwendigen Veränderungen sich primär auf eine Umsetzung mit E-Learning konzentrieren, was gerade in Bezug auf die politischen und institutionellen Rahmenbedingungen eine deutliche Vereinfachung darstellt. Diese Prämisse ist aber an entsprechender Stelle explizit vermerkt.

#### **VI.2.2.1. Neues Verständnis von „Lernern“ und „Lernen“**

Wird vom politischen Konstrukt „Lebenslanges Lernen“ und von den Gründen, Zielen, Problemen, etc. gesprochen, verwischt manchmal der zentrale Fokus dieses Begriffs: Nach wie vor handelt es sich dabei ums Lernen. Nicht mehr und nicht weniger. Unter dem Begriff *Lernen*



„versteht man den absichtlichen (intentionales Lernen) und den beiläufigen (inzidentelles und implizites Lernen), individuellen oder kollektiven Erwerb von geistigen, körperlichen, sozialen Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten“. <sup>639</sup> Im Zuge der Ausdehnung des Lernens auf die komplette Lebensspanne erhält dieser aber auch neue, veränderte Ausprägungen und Eigenschaften. In diesem Abschnitt wird nun geklärt, wie sich „das Lernen an sich“ im Kontext des Lebenslangen Lernens anpassen wird und/oder muss.

#### VI.2.2.1.1. Veränderte Ausdehnung des Begriffs „Lernen“

Was hat sich nun beim Lernen verändert, seit es „lebenslang“ ist? Ein Blick zurück zeigt, „dass sich das Lernverständnis gewandelt hat von der Selbstverständlichkeit des Lernens im Lebenslauf über die Fokussierung institutionalisierter Lehr-Lern-Arrangements bis hin zur Entwicklung eines zeitlich, räumlich und inhaltlich entgrenzten Lernverständnisses“ <sup>640</sup>. D.h. die bisherige Ausbildung, die von der Kindheit bis ins junge Erwachsenenalter sequentiell andauerte und mit der Qualifikation zur Ausübung einer Arbeit endete („ein altes, eindimensionales, auf Kontinuität ausgerichtetes Lebensverlaufsbild der Schule-Arbeit-Familie-Ruhestand-Sequenz“ <sup>641</sup>) hat nun erweiterte Bestimmungsmerkmale, die mehrere Dimensionen beschreiben. Lebenslanges Lernen... <sup>642</sup>

- „beschreibt ein Lernen, das *zeitlich* nicht auf einzelne Lebensphasen begrenzt ist, sondern sich auf den gesamten Lebenslauf bezieht
- bezieht sich *räumlich* nicht nur auf das Lernen in pädagogischen Einrichtungen, wie Kindergarten, Schule, Erwachsenen- und Berufsbildungsorganisationen, sondern auch auf das Lernen im Alltag oder in intermediären, hybriden Institutionen, in denen sowohl Bildungsabsichten als auch andere Ziele verfolgt werden.
- beschreibt ein Lernen, dass sich *inhaltlich* nicht nur auf einen bestimmten allgemeinbildenden Kanon oder konkrete berufsqualifizierenden Inhalte beschränkt, sondern die Vielfältigkeit aller Lebensbereiche beinhaltet und neben Selbst- und Weltwissen auch Fertigkeiten und normative Orientierungen einschließt.“ <sup>643</sup>

Aber nicht nur das Lernen an sich erfährt eine Anpassung. Insbesondere sind es die Studierenden, die im Rahmen des Lebenslangen Lernens zukünftig veränderte, auf ihr individuelles Leben angepasste, Bildungsmöglichkeiten erwarten.

---

<sup>639</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Lernen>, Abgerufen am 14.01.2012

<sup>640</sup> Hof 2009, S. 30

<sup>641</sup> Baltes 2001 in Hof 2009, S. 29

<sup>642</sup> Vgl. Hof 2009, S. 56ff

<sup>643</sup> Hof 2009, S. 30

#### **VI.2.2.1.2. Neue Typen von Studierenden und veränderte Lebenssituationen**

Nicht etwa die „Erfindung“ des Begriffs „Lebenslanges Lernen“ hat für Veränderungen gesorgt. Vielmehr ist die Einführung des Paradigmas Lebenslanges Lernen auch eine Konsequenz auf die Beobachtung der Lebenswirklichkeit in der Gesellschaft. Denn „die gesellschaftliche Veränderung“ ist eine Veränderung ihrer Individuen an sich und generell ist zu erkennen, dass Flexibilität und Tempo der Menschen gestiegen sind.<sup>644</sup> Begründungen dafür sind vielfältig, offensichtliche sind aber z.B. Medien, Kommunikationsmittel und das Internet, die den neuen Takt des Lebens diktieren. Zudem gibt es aber noch einen anderen gesellschaftlichen Trend, der insbesondere für Studierende wegweisend ist, da auch ihre Lebenssituation vor allem in den letzten Jahren starken Veränderungen ausgesetzt war. Heute verstehen viele ihr Studium (insbesondere in Bezug auf das Lebenslange Lernen) anders, der Wunsch wie es durchgeführt werden soll (und kann), differieren oft sehr stark. Dies kann z.B. eine individuell gewünschte oder gezwungene Abweichung von den allgemein gültigen Studienplänen und/oder -ordnungen bedeuten. Konkret sei hier an alleinerziehende Studierende gedacht oder solche, die zur Finanzierung des Studiums mindestens die Hälfte ihrer Zeit arbeiten müssen (was heute nahezu der Realität eines jeden Studierenden entspricht). Im Fall der beruflichen Weiterbildung ist dies sogar der Regelfall und die regelmäßige Zeit, die für das Studieren aufgewendet werden kann, variiert ebenso, wie die Möglichkeit bestimmte Termine oder Orte für Lehrveranstaltungen einhalten zu können.

Im Rahmen des Lebenslangen Lernens werden sich also verschiedene Typen von Studierenden etablieren, die aufgrund Ihrer Lebenssituation verschiedene Zugänge oder Möglichkeiten des Studiums erfordern: Vollzeit-Studierende, Teilzeit-Studierende, ältere Studierende – und ebenso berufsbegleitend Studierende, Senioren, Studierende ohne Hochschulzugangsberechtigung, etc. Und all diesen muss im Idealfall eine Möglichkeit für eine universitäre Aus- und Weiterbildung angeboten werden. Im Folgenden werden diese Gruppen sowie deren Eigenschaften und Anforderungen näher vorgestellt.

#### **Vollzeit-Studierende (Studierende aller Altersklassen)**

Nach dem klassischen Studienmodus, bei der die universitäre Ausbildung „der Beruf“ ist und als Vollzeittätigkeit ausgeübt wird, studiert heute nur noch etwa ein Viertel der Deutschen. Dieses Modell geht davon aus, dass dem Studierenden 5 Tage pro Woche Vollzeit für das Studium zur Verfügung stehen, sechs Semester bzw. drei Jahre für einen Bachelorabschluss, weitere vier Semester bzw. zwei Jahre für einen (konsekutiven) Master. Viele der Veranstaltungen weisen eine Anwesenheitspflicht auf, die wenigsten bieten flexiblere Varianten wie E-

---

<sup>644</sup> Vgl. Hof 2009, S. S. 28f

Learning oder Teilzeitangebote. Studierende dieser Gattung sind in der Regel alleinstehend und haben ein finanzielles Polster, sodass sie nicht arbeiten müssen. Das Vollzeitstudium ist – mit zunehmenden positiven Ausnahmen – der Quasistandard der Bildungsangebote deutscher Hochschulen und Universitäten.

### **Teilzeit-Studierende (Studierende aller Altersklassen)**

In Deutschland studieren de facto etwa 75 Prozent aller Immatrikulierten Teilzeit, es ist also zur Normalität geworden: „Die traditionellen Studierenden, die ihre ganze Zeit und Kraft dem Studium widmen, sind weitgehend zur Fiktion geworden: Das tatsächliche Studienverhalten hat sich aus vielerlei Gründen verändert. In erster Linie führen die Erwerbstätigkeit neben dem Studium und familiäre Belastungen bei Studierenden mit Kindern zu einem faktischen Teilzeitstudium.“<sup>645</sup> In vielen Universitäten wurde das offenbar noch nicht in dieser Tragweite realisiert oder – und das ist wahrscheinlicher – diese Entwicklung weitestgehend ignoriert oder fiel schwerfälligen Verwaltungen und Präsidien zum Opfer. Nach wie vor sind die Curricula so geplant, dass eine regelmäßige (teilweise verpflichtende) Anwesenheit vorausgesetzt wird und (Abschluss-) Prüfungsphasen komplett am Stück zu absolvieren sind. Durch den Bologna-Prozess wurde dieses Problem, trotz der Modularisierung der Studiengänge, verstärkt.<sup>646</sup> Der Umstand, dass durch die o.a. Gründe nicht die volle Zeit dem Studium gewidmet werden kann, erfordert auch, „dass zahlreiche Studierende stärker als in früheren Zeiten darauf angewiesen sind, anrechenbare Studienleistungen zu akkumulieren, um schließlich den gewünschten Studienabschluss zu erreichen.“<sup>647</sup> Eine entsprechende Unterstützung dieser Anforderungen müssen die Hochschulen gewährleisten und so in ihre Curricula, Studienpläne und Prüfungsordnungen integrieren. Der Bologna-Prozess hat dies zwar zur Grundlage gemacht, aber die Realität der „einfachen Anrechenbarkeit von Teilleistungen“ (verschiedener Institutionen) ist in vielen Fällen eine andere – eine Illusion.

Da zukünftig die de-facto Teilzeit-Studierenden die wichtigste Gruppe der – ohnehin zukünftig sinkenden – Neuimmatrikulationen sein wird, ist die Etablierung der Option zum Teilzeitstudium eine der wichtigsten in der höheren Bildung überhaupt. Und eben so ist es auch in den Statuten des Lebenslangen Lernens gefordert. Ein möglicher Lösungsansatz, die Probleme von Anwesenheit und Zeit zu kompensieren, ist die teilweise Umstellung der Studiengänge auf E-Learning (vgl. III.5).

---

<sup>645</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 96

<sup>646</sup> Vgl. Knapper, Cropley 2000, S. 65

<sup>647</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 96

## Ältere Studierende – berufsbegleitend Studierende

Lebenslanges Lernen bedeutet insbesondere eine Heraufsetzung der Altersspanne der Studierenden. War früher ein Großteil der Studierenden (je nach Bildungssystem bzw. Land und persönlichem Werdegang) ca. zwischen 17 und 25 Jahren alt (und nur in Ausnahmen älter), wird es im Rahmen der Einführung des Lebenslangen Lernens zu einer Durchdringung der Bildungsinstitutionen mit allen Altersklassen kommen. Insbesondere sind damit Studierende durchschnittlichen Alters von etwa 25-64 Jahren gemeint, die im Rahmen berufsbegleitender Weiterbildungsmaßnahmen wieder zur Zielgruppe von Bildungsinstitutionen werden. Diese Personengruppe wird in den USA und dem Vereinigten Königreich als „ältere Studierende“ („mature students“) bezeichnet. Diese zählen dort als „nicht-traditionelle“ Studierende, die mindestens eine dieser Eigenschaften erfüllen:

- „Delays enrollment (does not enter postsecondary education in the same calendar year that he or she finished high school).
- Attends part time for at least part of the academic year.
- Works full time (35 hours or more per week) while enrolled.
- Is considered financially independent for purposes of determining eligibility for financial aid.
- Has dependents other than a spouse (usually children, but sometimes others).
- Is a single parent (either not married or married but separated and has dependents).
- Does not have a high school diploma (completed high school with a GED or other high school completion certificate or did not finish high school).“<sup>648</sup>

Diese Zielgruppe der älteren Studierenden wird zukünftig eine wichtige Zielgruppe auf dem „Bildungsmarkt“ werden, vor allem, um die in Deutschland (aus demographischen Gründen) dann sinkenden Zahlen von Neuimmatrikulationen zur Erstausbildung auszugleichen.<sup>649</sup> Derzeit sind die deutschen Universitäten auf die Anforderungen dieser Gruppe nicht vorbereitet, die nicht nur ein berufsbegleitendes Teilzeitstudium verlangt, sondern vor allem auch stark auf die Berufssituation angepasste Curricula.

## Senioren

Die Gruppe der Senioren wird durch Personen bestimmt, die nicht mehr aktiv im Berufsleben teilnehmen und somit nicht mehr als „ältere Studierende“ bezeichnet werden. Es kann hier

---

<sup>648</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Mature\\_student](http://en.wikipedia.org/wiki/Mature_student), Abgerufen am 09.03.2012

<sup>649</sup> Vgl. Knapper, Cropley 2000, S. 66f

von Personen im Alter (stark) jenseits von 60 Jahren ausgegangen werden, die entweder noch Weiterbildungsmaßnahmen in Anspruch nehmen oder sich aus (also ohne direkten beruflichen Bezug) Interesse in bestimmten Bereichen informieren und bilden wollen. Für diese ist das „informelle Lernen“ wichtiger, als das formale (vgl. VI.2.2.2). Sie haben andere Anforderungen an ihre weitere Kompetenzentwicklung, insbesondere kommt es ihnen eher auf den Erhalt von Fertigkeiten an, weniger auf den Neuerwerb. Heute ist diese Gruppe der Studierenden bereits in den Hochschulen vertreten – z.B. als sog. „Kontaktstudenten“, die nicht immer einen akademischen Abschluss anstreben. Da sich Senioren in der Regel auf ein Vollzeitstudium mit Präsenzunterricht einlassen können, sind hier keine konkreten Justierungen bzgl. Teilzeit oder digitaler Auslieferung der Lerninhalte notwendig. Wohl aber einige Anpassungen im Sinne der Barrierefreiheit; sowohl bezogen auf Gebäude und Infrastruktur der Hochschule, als auch auf die Aufbereitung der Inhalte.

### **Studierende ohne Hochschulzugangsberechtigung**

In letzter Zeit kommen ebenso Programme auf, die das Studieren erlauben, obwohl keine explizite Hochschulzugangsberechtigung (z.B. in Form des Abiturs) besteht. Diese sind vor allem im Weiterbildungssektor allokiert, z.B. in Form spezieller Kooperationen mit Fach- oder Volkshochschulen, die öffentliche Sprachkurse für alle anbieten. Eine feste organisatorische Verankerung in Hochschulen besteht zumeist nicht, eher abgetretene Nutzungsrechte von Räumen oder die Öffnung der Kursangebote zur Erhöhung der Teilnehmerzahlen.

### **Zusammenfassung**

Die o.a. Übersicht zeigte eine Auswahl an möglichen Typisierungen von Studierenden im Rahmen des Lebenslangen Lernens. Gleichwohl ist diese Einteilung nicht exklusiv, es können sicherlich auch andere Gruppen definiert werden, ebenso ist für Personen auch die Zugehörigkeit in mehreren Gruppen möglich, so wird z.B. ein älterer Studierender, der parallel zum Beruf oder zum Familienleben studiert, auch ein Teilzeitstudierender sein.

Natürlich hat jede dieser Zielgruppen eine ganz spezielle Anforderung an das Lernen und jede soll auch eine für das persönliche Lernen förderliche Umgebung vorfinden (dies ist ausführlich beschrieben unter III.4.2). Dazu sind natürlich Änderungen in den Institutionen notwendig; auch ein Blended E-Learning-Studiengang muss diese Anforderungen berücksichtigen – sei es im Rahmen eines Vollzeit- oder Teilzeitstudiums, als Erststudium oder als Weiterbildungsmaßnahme, von Zuhause aus oder in einer Bildungsinstitution. All diesen Umständen will das Programm des Lebenslangen Lernens Rechnung tragen: Es soll gleiche Bildungschancen für alle garantieren, ganz gleich, welche Lebensbedingungen für das jeweilige Indi-

viduum gelten. Neben diesen bildungspolitischen Ansprüchen soll es aber auch politisch-gesellschaftlichen genügen. Insbesondere aus soziokulturellen Gründen ist dies wichtig, um die Diskriminierung bestimmter Gruppen (Studierende mit Kind und/oder Job und/oder anderen Einschränkungen oder Besonderheiten, etc.) zu vermeiden.

### **VI.2.2.1.3. Lebensbegleitende Ausbildung wird zur Bildungsbiographie**

Lebenslanges Lernen bildet im Vergleich zu bisherigen Bildungsprogrammen den Aus- und Weiterbildungsprozess auf das gesamte Leben eines Individuums ab und wird Teil des Lebenslaufs, Teil der eigenen Biographie – zusammengefasst mit dem Begriff „**Bildungsbiographie**“.<sup>650</sup> Die Ausdehnung des Begriffs reicht, beginnend bei der Entwicklung vom Baby zum Kind oder der Sammlung von Erfahrung im Kindergarten, weiter bei der Ausbildung in der Schule, der Ausbildung oder dem Studium, bishin zu den Weiterbildungsphasen während des Berufslebens oder dem Lernverhalten im Ruhestand und umfasst den kompletten Aufbau, bzw. die Umschichtung von Wissen in dieser Zeitspanne.<sup>651</sup> Auf diese Weise „verschwimmt die Trennung zwischen Entwicklung und Bildung“<sup>652</sup> und die lebenszeitliche Dimension des Lernens wird erkenn- und, vor allem in Form der sog. „Biographieforschung“, analysierbar.<sup>653</sup>

Im Kontext des Lebenslangen Lernens ist es mit einer zumindest teilweisen Visualisierung einer solchen Bildungsbiographie möglich, unterschiedliche Strategien zu unterscheiden. So zeigt Abbildung 66 den Vergleich zweier Typen in Bezug auf die vier Säulen des deutschen Bildungssystems: Einerseits das „*Lernen auf Vorrat*“, das etwa dem jetzigen Ausbildungssystem entspricht. Dabei werden das komplette Wissen und alle notwendigen Qualifikationen vor dem Einstieg in das Berufsleben „am Stück“ erworben. Andererseits wird die im Sinne des Lebenslangen Lernens propagierte Lernbiographie vorgestellt. Die Gegenüberstellung zeigt, dass die Erstausbildung im neuartigen Verständnis deutlich schneller abgeschlossen ist (junge Absolventen dem Arbeitsmarkt also schneller zur Verfügung stehen) und, dass im Laufe des Berufslebens notwendiges Fachwissen bei Bedarf („on demand“) nachgelernt werden kann. Der quartäre Bildungsbereich bezeichnet dabei die berufsbegleitende Weiterbildung, die der erste Realisierungsschritt des Lebenslangen Lernens sein wird.

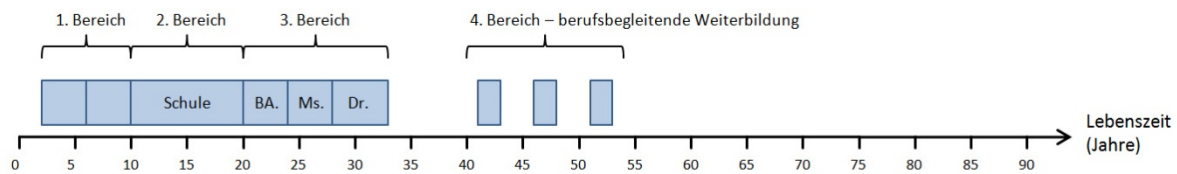
<sup>650</sup> Hof 2009, S. S. 28f

<sup>651</sup> Vgl. Dausien, B. in Herzberg 2008, S.167f

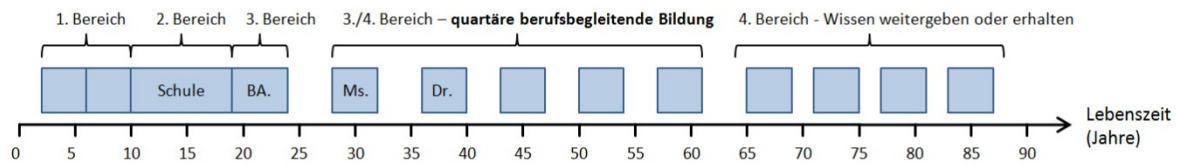
<sup>652</sup> Hof 2009, S. 123

<sup>653</sup> Vgl. Dausien, B. in Herzberg 2008, S.164f

### Heute: „Lernen auf Vorrat“ (starres Ausbildungssystem)



### Morgen: „Lebenslanges Lernen“ (flexibles Ausbildungssystem)



#### Säulen des Bildungswesens (Bereiche)

1. Elementar- und Primarbereich (Kindergarten, Vorschule, Grundschule)
2. Sekundarbereich (weiterführende Schulen, berufliche Bildung)
3. Tertiärer Bereich (Hochschulen/Universitäten)
4. Quartärer Bereich (berufliche oder private Weiterbildung)

Teilnahme an staatlichen, beruflichen oder privaten Bildungs- oder Weiterbildungsmaßnahmen

Bereiche 1-3: überwiegend formales Lernen, Bereich 4: informelles Lernen

**Abbildung 66: Zeitstrahl – Vergleich typischer Bildungsbiographien<sup>654</sup>**

In der Diskussion rund um das Lebenslange Lernen werden ein schnellerer Berufseinstieg und die Abkehr vom „Lernen auf Vorrat“ als großer **Vorteil** empfunden. Dies mag aus Unternehmenssicht daran liegen, dass Absolventen nach Ihrem Hochschulabschluss ohnehin noch weiter geschult und auf die speziellen Bedürfnisse des Betriebs (z.B. in Bezug auf bestimmte Verfahrensweisen oder Technologien) „angepasst“ werden müssen. Dies kann auch in Form einer (internen) Weiterbildungsmaßnahme erfolgen. Gleiches gilt für spätere Lernbedarfe, die durch veränderte Verfahrensweisen, technologischem Wandel, Wechsel der Aufgabenbereiche durch Karriere oder einen generell veränderten Erfahrungsschatz der Mitarbeiter begründet sein können. Ebenso kann die formale Entwicklung und Bewertung verschiedener Bildungsbiographien aus subjektpsychologischer Perspektive **kritisch** betrachtet werden. Aus den Biographien kann eine Art „Bescheinigung“ entstehen, die Zeugnis darüber ablegt, wie „effektiv“ ein Individuum im Bereich des Wissenserwerbs vorangekommen ist oder zumindest „wie oft“ an einer Maßnahme teilgenommen wurde. Dies könnte zu dem Drang führen, „immer“ zu lernen. Das Lernen wird somit zum direkten Konkurrenten der Freizeit und der Muße, die als begünstigende Faktoren für Kraft, Ideen und Kreativität angesehen werden.<sup>655</sup>

<sup>654</sup> Eigene Darstellung.

<sup>655</sup> Vgl. Lerch 2009, S.153ff

### VI.2.2.2. Veränderte Lernmethoden und -formen

Nicht nur das Verständnis von „Lernen und Lernen“ hat sich im Rahmen des Lebenslangen Lernens verändert. Grundsätzlich sind *Lernformen* (also *wie* gelernt wird) oder *Lernmethoden* (welche konkreten Methoden, Werkzeugen oder Aktivitäten dafür verwendet werden) einem ständigen Wandel unterworfen. Rund um diese Begriffe bietet der nun folgende Abschnitt einen Überblick über die Begriffsvielfalt und eine Einordnung im Rahmen von Lebenslangem Lernen und E-Learning im MINT-Bereich.

#### VI.2.2.2.1. Formales, Non-formales und informelles Lernen

Im Kontext des Lebenslangen Lernens müssen verschiedene **Lernformen** unterschieden werden. Diese treffen eine Aussage darüber, wo und wie das Lernen stattfindet. Im Allgemeinen wird zwischen diesen Lernformen unterschieden: *formales*, *non-formales* und *informelles Lernen*<sup>656</sup>. Diese werden nun kurz vorgestellt.

##### Formales Lernen

Hierbei handelt es sich um Lernen, das “in Bildungsveranstaltungen stattfindet, in denen festgelegte Lerninhalte und Lernziele in organisierter Weise vermittelt und geprüft werden”.<sup>657</sup> Es ist „ein von Bildungsinstitutionen veranstaltetes, planmäßig strukturiertes Lernen [...], das zu anerkannten Abschlüssen und Zertifikaten führt”.<sup>658</sup> Beispiele hierfür sind die klassische Ausbildung in Schulen, Hochschulen und Universitäten.

##### Non-formales Lernen

Das non-formale (oder auch „nicht-formales“) Lernen ist „jede Art des (selbst oder von anderen organisierten) Lernens, das nicht zu anerkannten Abschlüssen führt”.<sup>659</sup> Es handelt sich um eine Art des Lernens, das sich “auf alle organisierten Lehr-Lern-Arrangements bezieht, die ihren Platz außerhalb des formalisierten Bildungssystems haben und durch kürzere Lernphasen sowie Freiwilligkeit gekennzeichnet sind [...], wie z.B. Sprach- und Kochkurse, Fahrschulen und Tennisunterricht”.<sup>660</sup>

---

<sup>656</sup> Herzberg 2008, S. 8

<sup>657</sup> Hof 2009, S. 68

<sup>658</sup> Dohmen 1996, S. 29

<sup>659</sup> Dohmen 1996, S. 29

<sup>660</sup> Hof 2009, S. 69



## Informelles Lernen

Für die Umsetzung der Strategie des Lebenslangen Lernens ist das *informelle Lernen* am wichtigsten.<sup>661</sup> Es „zeichnet sich [...] dadurch aus, dass das Wissen bzw. die Lerninhalte nicht didaktisch vorstrukturiert sind, sondern es sich um ein situatives Wissen handelt“.<sup>662</sup> Es findet außerhalb von Bildungsinstitutionen statt und hat „die eigensinnige Verknüpfung von Lernerfahrungen und Wissen mit sozialen Situationen und Lebenswelten jenseits der pädagogisch gerahmten Situation als Ziel“.<sup>663</sup> D.h. es ist prädestiniert für alle lebensbegleitenden Lernprozesse und eignet sich z.B. im Rahmen der berufsbegleitenden Weiterbildung vor allem auch für „akute Aufgaben und Herausforderungen in wechselnden Lebens- und Arbeitssituationen.“<sup>664</sup> Das informelle Lernen setzt primär auf das „Selbstlernen“ und findet überwiegend im Alltag, am Arbeitsplatz, im Familienkreis oder in der Freizeit statt und „führt üblicherweise nicht zur Zertifizierung“.<sup>665</sup> Insgesamt macht das informelle Lernen etwa 75% aller menschlichen Lernaktivitäten aus und dient vor allem der persönlichen Kompetenzentwicklung. Folgende Eigenschaften vereint es in sich: Es ist...

- „nicht von außen organisiert
- nicht formell strukturiert
- weitgehend selbstbestimmt
- aus Lebenserfahrungen und situativen Herausforderungen erwachsen
- in täglichen Lebens- und Arbeitspraxis stattfindend“<sup>666</sup>

Für den Lernprozess sind dabei vor allem die Reflexion und das Verarbeiten von persönlichen Erfahrungen wichtig, die aus folgenden Situationen stammen:

- „aus der eigenen Erwerbsarbeit
- aus den Beziehungen mit anderen Menschen
- aus den Wirkungen eigener Handlungen
- aus unangemessenen und laufend verbesserten Situationsanalysen und Deutungen
- aus dem Erproben verschiedener Lösungsalternativen
- aus kommunikativen Auseinandersetzungen, usw.“<sup>667</sup>

Im Vergleich zu den o.a. Lernformen werden vor allem folgende spezielle **Vorteile informellen Lernens** angeführt (Auswahl):

---

<sup>661</sup> Vgl. Dohmen 1996, S. 37

<sup>662</sup> Hof 2009, S. 69

<sup>663</sup> Dausien, B. in Herzberg 2008, S.159f

<sup>664</sup> Dausien, B. in Herzberg 2008, S.29

<sup>665</sup> Kuhlenkamp, D. 2010, S. 140

<sup>666</sup> Vgl. Dohmen 1996, S. 32

<sup>667</sup> Dohmen 1996, S. 32

- „das Lernen aus reflektierten eigenen Lebenserfahrungen ist offensichtlich wirksamer im Hinblick auf das übergreifende Reformziel einer breiteren und intensiveren Kompetenzentwicklung [...].
- Das Lernen in den Lebens- und Arbeitssituationen reduziert die Transferprobleme, die durch in praxisfernen schulischen Lernsituationen erworbenen Kenntnisse entstehen würden.
- Das Lernen im Lebenszusammenhang steht nicht so wie das lebensabgehobene schulische Lernen im Spannungsverhältnis zu den sozialisierenden Wirkungen der Alltags-Lebenswelt und der praktischen Lebensbedingungen.
- Informelles Lernen kann als offenes situationsbezogenes Lernen schneller auf ad hoc auftauchende neue Herausforderungen, Probleme, Krisen eingehen als planmäßiges Lernen in verfestigten institutionalisierten Strukturen, die die Flexibilität im Aufgreifen neuer Bedürfnisse erschweren und verzögern“<sup>668</sup>.

Eine Besonderheit für das Individuum ist dabei, dass Lernprozesse des informellen Lernens vor allem außerhalb der Lernsituation selbständig weitergeführt, organisiert und motiviert werden müssen: „Kontinuitäten und Verknüpfungen zwischen einzelnen Lerninhalten und Lernkontexten müssen [...] die Lernenden aktiv herstellen“.<sup>669</sup>

Ein gutes Beispiel für einen informellen Lernprozess im Kontext des E-Learnings stellt z.B. die Computernutzung Jugendlicher dar. Dabei zeigt sich, dass „drei Viertel der 15-jährigen Jugendlichen berichten, dass sie zu Hause mehrmals wöchentlich einen Computer nutzen“, aber „nur jeder Fünfte in der Schule mehrmals wöchentlich“<sup>670</sup>. D.h. die Vermittlung der notwendigen Kenntnisse im Umgang mit den Computern stammt somit nicht aus institutionellen Lernvorgängen, ist in der Regel nicht von außen vorgegebenen – es wird selbständig, zumeist im sozialen und privaten Kontext gelernt (vgl. Tabelle 47).

Schule	Freunde/Freundinnen	Familie	Selbst beigebracht	Andere
13,8%	15,9%	27,3%	38,8%	4,3%

**Tabelle 47: Vermittlungsinstanzen für computerbezogene Kenntnisse**<sup>671</sup>

Insgesamt führt das informelle Lernen hier zu einer Erhöhung der Qualifikation in einem zukunftsbeeinflussenden Themenfeld. Das neue Verständnis des Lernens in sozialen Kontexten

<sup>668</sup> Dohmen 1996, S. 35

<sup>669</sup> Dausien, B. in Herzberg 2008, S.159f

<sup>670</sup> Konsortium Bildungsberichterstattung 2006, S. 61

<sup>671</sup> Konsortium Bildungsberichterstattung 2006, S. 246

stärkt dabei zudem die individuelle Regulationsfähigkeit in Bezug auf Lernprozesse sowie das Interesse an sozialem Lernen und gesellschaftlicher Teilhabe.<sup>672</sup>

Allerdings ist vor dem gesellschaftlichen Hintergrund anzumerken, dass sich das informelle Lernen vor allem im individuellen sozialen Milieu abspielt. D.h. es ist in diesem Umfeld mit einem tendenziell gleichartigen Bildungslevel zu rechnen, was zur Konsequenz hat, dass vor allem in bildungsfernen Schichten das informelle Lernen als Chance für den sozialen Aufstieg durch Bildungsqualifikation nur bedingt geeignet ist. Dies wird dadurch verstärkt, dass „Beschäftigte mit einem geringeren Qualifikationsniveau, die als bildungsdistanziert bezeichnet werden können, eher in informellen als in formalen Lernkontexten“<sup>673</sup> lernen wollen und einerseits der Meinung sind, „bereits genug gelernt zu haben und [andererseits] Weiterbildung[smaßnahmen] öfter einen konkreten Nutzen ab[sprechen]“.<sup>674</sup> Dieser Zusammenhang wird in der bildungspolitischen Diskussion auch als „*Ambivalenz des Lebenslangen Lernens*“ bezeichnet. Somit kann sich eine komplette Fixierung auf das informelle Lernen – quasi als Fundament für lebenslange Lernprozesse – als trügerisch herausstellen. Denn das „Idealbild einer schönen neuen Weiterbildungswelt [...], in der souveräne Akteure Lebenslanges Lernen selbst organisieren, steuern und praktizieren, ohne, dass es dazu noch der institutionellen Rahmungen bedarf“<sup>675</sup>, entspricht so nicht der Realität. Einerseits kann das Problem dabei wie o.a. in der tendenziellen sozialen Ungerechtigkeit des Lebenslangen Lernens liegen. Andererseits wird der Graben „zwischen bildungsdistanzierten oder bildungspassiven Erwachsenen und Bildungsaktiven“<sup>676</sup> als problematisch angeführt. Als Lösung wird hier ein Ansatz (ähnlich dem „Blended“-Ansatz beim E-Learning) vorgeschlagen, bei dem informelles und organisiertes Lernen miteinander kombiniert und so zur Zukunftsperspektive für das Lebenslange Lernen werden.<sup>677</sup>

#### VI.2.2.2.2. Überblick über Lernmethoden

Unter **Lernmethoden** werden Methoden, Werkzeuge und Aktivitäten verstanden, die dem Lerner dabei helfen sollen, effektiv zu lernen, sich Informationen und Zusammenhänge besser zu erschließen und so die gesetzten Lernziele zu erreichen.<sup>678</sup> Die Beispiele für Lernmethoden sind sehr vielfältig<sup>679</sup>, sie zielen vor allem auch auf die Berücksichtigung der verschiedenen Lernstile oder Wahrnehmungstypen ab (vgl. VI.1.1.1.4).

---

<sup>672</sup> Konsortium Bildungsberichterstattung 2006, S. 64

<sup>673</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 94

<sup>674</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 94

<sup>675</sup> Bremer 2004, S. 191

<sup>676</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 95

<sup>677</sup> Vgl. Kuhlenkamp 2010, S. 95

<sup>678</sup> Tiefenbacher et al. 2010, S. 115ff

<sup>679</sup> Eine Methodenübersicht z.B. unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Lernmethode>, abgerufen am 08.07.2012

Dabei unterscheiden sich die Methoden bei traditionellem und lebenslangem Lernen:

Traditional learning	Lifelong Learning
<ul style="list-style-type: none"> <li>• The teacher is the source of knowledge.</li> <li>• Learners receive knowledge from the teacher.</li> <li>• Learners work by themselves.</li> <li>• Tests are given prevent progress until students have completely mastered a set of skills and to ration access to further learning.</li> <li>• All learners do the same thing.</li> <li>• Teachers receive initial training plus ad hoc in-service training.</li> <li>• "Good" learners are indentified and permitted to continue their education.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Education is a guide to sources of knowledge</li> <li>• People learn by doing.</li> <li>• People learn in groups and from one another.</li> <li>• Assessment is used to guide learning strategies and indentify pathways for future learning.</li> <li>• Educators develop individualized learning plans.</li> <li>• Educators are lifelong learners. Initial training and ongoing professional development are linked.</li> <li>• People have access to learning opportunities over a life-time.</li> </ul>

**Tabelle 48: Vergleich zwischen Lernmethoden von traditionellem und lebenslangem Lernen<sup>680</sup>**

Im Kontext des Lebenslangen Lernens sind dabei insbesondere diejenigen Methoden von Interesse, die erwachsene Lerner im Rahmen einer berufsbegleitenden Weiterbildungsmaßnahme unterstützen, die sich somit also an den *Bedürfnissen des Individuums* sowie an der *persönlichen* Lebens- und Arbeitssituation des Lerners orientieren<sup>681</sup> („**indivudalized learning**“). Die folgende Tabelle 49 liefert einen (unvollständigen) Überblick über verbreitete Lernmethoden:

Lernmethode	Beschreibung
<b>Problemorientiertes bzw. problembasiertes Lernen</b>	Lernen findet anhand der Bearbeitung konkreter Probleme statt, die selbständig gelöst werden müssen. Teilweise auch „Case study method“ genannt
<b>Training-on-the-job</b> oder <b>Work-based learning</b>	Aus- und Weiterbildung findet als direkte Verbindung zwischen Arbeitsplatz und Bildung statt. Auch „Workplace-based education“
<b>Peer Learning</b> oder <b>Gruppenlernen</b>	Das Lernen mit Peers/Kollegen bietet die Chance, die für den Arbeitsplatz relevanten Fähigkeiten direkt im Aufgabenkontext zu erleben und zu erlernen.
<b>Studierende als Berater</b> oder <b>Learning by doing</b>	Studierende arbeiten in realen (Beratungs-) Projekten, die von „Professionals“ unterstützt/geleitet werden. Bietet Chance zur Sammlung von Erfahrungen.
<b>Kontakt mit Absolventen</b>	Studierende vernetzen sich mit Alumni und profitieren durch dieses Netzwerk
<b>Volunteer work</b> oder <b>Service Learning</b>	Studierende arbeiten freiwillig in dem Bereich in dem sie lernen. Reflexion der Tätigkeit im Vergleich zum Gelernten. „Service Learning“ ermutigt dazu, <i>mit</i> Menschen zu arbeiten und nicht <i>für</i> sie. (Im sozialen Bereich verbreitet)
<b>Learning Communitiess und Networking</b>	Communities von Lernern durch das Internet. Verbindungen zu anderen Lernern, Ausbildern, aber auch potentiellen Arbeitgebern.
Und andere. Vergleiche dazu auch den Abschnitt III.5.4 bei der Entwicklung des Rahmenwerks.	

**Tabelle 49: Übersicht über Lernmethoden<sup>682</sup>**

Einige dieser Methoden unterstützen das tiefere Verständnis von Zusammenhängen. Warum dies für Lerner im MINT-Bereich wichtig ist, zeigt der folgende Abschnitt.

<sup>680</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 28

<sup>681</sup> Vgl. Dohmen 1996, S. 38

<sup>682</sup> Eigene Darstellung, vgl. Knapper, Cropley 2000, S. 107ff und Dohmen 1996, S. 73

### VI.2.2.2.3. Oberflächliches Lernen oder Tiefenverständnis?

Im speziellen Kontext des MINT-Bereichs sind die im vorherigen Abschnitt vorgestellten Lernmethoden von Wichtigkeit, da sie den Lerner unterstützen das persönliche Lernziel – in komplexen Themengebieten und (teilweise) als selbständiger Lerner – zu erreichen. Trotzdem ist damit aus der MINT-Perspektive das Ziel noch nicht ganz erreicht: denn obwohl alle nötigen „Fakten gelernt“ wurden, sagt das noch nichts über die spätere Möglichkeit des Lerners aus, dieses Wissen auch in Transferaufgaben, also für konkrete Aufgabenstellungen im Arbeitsumfeld, zu nutzen. Im Allgemeinen sieht man das „gelernte Wissen“ eher als Ergebnis des **oberflächlichen Lernens** an. Das wirkliche *Tiefenverständnis*, das die Möglichkeit zum Transferieren und Anwenden bietet, resultiert demnach aus dem sog. „**tiefen Lernen**“. Einen Vergleich zeigt die folgende Tabelle 50:

Surface learning...	Deeper learning...
“...there is a passive concern with rote learning, memorization and isolated details and facts, in order to reproduce the material rather than understand it. Such learners may solve problems, but in a mechanical way that may often be inappropriate.” <sup>683</sup>	“...the student actively strives for meaning and understanding in order to make sense of what has been learnt, tries to identify central principles and ideas, relates concepts and arguments to evidence and data and forges links with previous knowledge and experience.” <sup>684</sup>

**Tabelle 50. Lernansatz nach Marton: oberflächliches vs. Tiefenlernen**<sup>685</sup>

Ziel ist es im technischen Kontext des MINT-Bereichs natürlich, die Studierenden möglichst zu einem „tiefen“ Lernen zu motivieren, um Beziehungen zwischen den Fakten und den Hintergründen zu schaffen, welche die Abstraktion und den Transfer des Wissens auf komplexe Fragestellungen ermöglichen. Durch die Auswahl der Lernmethoden kann das „richtige Lernklima“ für das Tiefenverständnis geschaffen werden. Als begünstigende Faktoren werden die folgenden angesehen:

- **„good teaching:** teachers are well prepared, confident
- **openness to students:** teachers are friendly, flexible, helpful
- **freedom in learning:** students have a choice in what they study
- **clear goals and standards:** assessment standards and expectations are clearly defined
- **vocational relevance:** courses are seen as relevant to future careers
- **social climate:** there are good relations between students and staff, both social and academic”<sup>686</sup>

Zu eher oberflächlichem Lernen führen demnach: Eine sehr hohe Arbeitsbelastung, Prüfungen und Tests, die nur auswendig gelernte Fakten abfragen und formales Lernen in Kursen, bei

<sup>683</sup> Knapper, Cropley 2000, S. 153

<sup>684</sup> Knapper, Cropley 2000, S. 153

<sup>685</sup> Eigene Darstellung, nach Marton 1983 in Knapper, Cropley 2000, S. 153

<sup>686</sup> Knapper, Cropley 2000, S. 155

denen das Lernen gleichgeschaltet stattfindet und keine Individualisierung zulässt.<sup>687</sup> Die Diskussion rund um das „gelernte Wissen“, und inwiefern es im benötigten Kontext entsprechend genutzt werden kann, wirft die Frage nach der Differenzierung der Begriffe auf. Was genau ist „das Wissen“, wie wird daraus eine Fähigkeit oder gar eine Kompetenz? Der folgende Abschnitt wird es klären.

#### VI.2.2.2.4. Kompetenz gleich Wissen und Fähigkeit?

Aus- und Weiterbildungsangebote für berufsbegleitende Lerner müssen vielfältige Anforderungen erfüllen, denn schließlich sollen sie im Rahmen des Lebenslangen Lernens nicht nur „Wissen vermitteln“, sondern vor allem Werkzeuge zur individuellen „Kompetenzentwicklung“ anbieten.<sup>688</sup> Die Europäische Kommission titelt dazu: Lebenslanges Lernen sei „jede zielgerichtete Lernfähigkeit, die einer kontinuierlichen Verbesserung von Kenntnissen, Fähigkeiten und Kompetenzen dient“.<sup>689</sup> Was aber bedeuten diese Begriffe und welche Auswirkung hat das für die Ausgestaltung von Weiterbildungsangeboten?

Um dies näher bestimmen zu können, werden diese Begriffe nun zunächst definiert und so voneinander abgegrenzt:

*Definition Wissen:* „Wissen wird als Besitz einer Erkenntnis, mithin als Kenntnis verstanden. Wissen in diesem Sinne wird dem einzelnen Menschen zugesprochen. Es kann daher individuell erworben und in Lernprozessen vermittelt und angeeignet werden. In dieser Bestimmung steht Wissen jedem Menschen zur Verfügung. Mit der Art von Wissen können Menschen erfolgreich arbeiten und Leistungen erbringen. Wissen wird als gedachtes kulturelles Potenzial angesehen, das der Gesellschaft Nutzen bringt“<sup>690</sup> (Alltagssprache). Und „Wissen ist begründete Erkenntnis“<sup>691</sup> (wissenschaftlich).

*Definition Kenntnisse:* „Unter ‚Kenntnissen‘ wird [...], ‚das Ergebnis der Verarbeitung von Informationen durch Lernen‘ verstanden. ‚Kenntnisse bezeichnen die Gesamtheit der Fakten, Grundsätze, Theorien und Praxis in einem Lern- oder Arbeitsbereich. Im Europäischen Qualifikationsrahmen werden Kenntnisse als Theorie- und/oder Faktenwissen beschrieben‘.“<sup>692</sup>

*Definition Fertigkeiten:* „[...] sind die Fähigkeit, Kenntnisse anzuwenden und Know-

<sup>687</sup> Knapper, Cropley 2000, S. 155

<sup>688</sup> Hof 2009, S. 83

<sup>689</sup> Europäische Kommission 2000, S. 3

<sup>690</sup> Kron 2009, S. 270

<sup>691</sup> Ebd., S. 270

<sup>692</sup> Berufsbildungsbericht 2005, S. 18

how einzusetzen, um Aufgaben auszuführen und Probleme zu lösen. Im Europäischen Qualifikationsrahmen werden Fertigkeiten als kognitive Fertigkeiten (logisches, intuitives und kreatives Denken) und praktische Fertigkeiten (Geschicklichkeit und Verwendung von Methoden, Materialien, Werkzeugen und Instrumenten) beschrieben.“<sup>693</sup>

*Definition Qualifikation:* „Qualifikation beschreibt die Gesamtheit von Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten, über die eine Person zur Bewältigung einer Aufgabe verfügt. Eine Abgrenzung zur Kompetenz kann durch einen übergeordneten Bezug zur Verwertbarkeit erfolgen. Demnach werden Qualifikationen häufig aus der Sicht der Nachfrager und nicht des Subjekts bestimmt.“<sup>694</sup>

*Definition Kompetenz:* „Der Begriff der Kompetenz bezieht sich [...] auf die Anlagen, Fähigkeiten und Bereitschaften, die eine Person hat, um eine Tätigkeit auszuführen.“<sup>695</sup> Sie sind „komplexe Verbindungen von Wissen, Fähigkeiten und Dispositionen [...], die situations- und kontextgerecht eingesetzt werden.“<sup>696</sup>

Im Rahmen der Aus- und Weiterbildung von MINT-Fachkräften soll diese Betrachtung noch um folgende Spezialisierungen erweitert werden:<sup>697</sup>

- **Schlüsselqualifikationen:** Grundlegende und höhere Qualifikationen wie Lesen, Schreiben, Rechnen, Kommunikationsfähigkeit und die Fertigkeit für Vorträge, Präsentationen, Moderation, Verhandlung und Fremdsprachen.
- **Fachkompetenz:** Grundlegendes „Know-how“ und Expertenwissen in MINT-Disziplinen (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik).
- **Methodenkompetenz:** Anwenden des Expertenwissens, um gegebene Probleme zu lösen. Dabei Verwendung von obligatorischen Methoden wie Brainstorming, Zeitmanagement, Projektmanagement, Teamwork, etc.
- **Soziale Kompetenz:** Die Fertigkeit besitzen, als ein Mitglied eines starken Teams zu arbeiten. Notwendige Grundeigenschaften: Freundlichkeit, Ehrlichkeit, Kooperationsfähigkeit, Fairness, Loyalität gegenüber Kollegen, Partnern und Vorgesetzten.

Die hier definierten Begriffe werden im Abschnitt III.2.1 weiter verwendet. Bei der Entwicklung des Rahmenwerks sind sie die Grundlage der Bestimmung, welche Fähigkeiten im MINT-Bereich vermittelt werden müssen und wie dies mit den technischen Möglichkeiten einer E-Learning-Anwendung umsetzbar ist.

---

<sup>693</sup> EQF, Europäisches Parlament, 2008, Empfehlungen, Anhang I.

<sup>694</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 141

<sup>695</sup> Hof 2009, S. 83

<sup>696</sup> Gnahs, D, et al. in Herzberg 2008, S. 117

<sup>697</sup> Möller, Sitzmann 2012, S. 200

Zur allgemeinen Erfassung der Kompetenzen von Erwachsenen wurden bereits unterschiedliche Erhebungen durchgeführt, wie z.B. IALS<sup>698</sup>, ALL<sup>699</sup> oder der PIAAC-Prozess<sup>700</sup>, bei dem durch eine weltweite Erhebung die Kompetenzen und Fähigkeiten von Erwachsenen gemessen und verglichen werden sollen (vergleichbar mit der PISA-Studie bei Schülerinnen und Schülern).<sup>701</sup> Generell ist das Messen, Vergleichen und möglicherweise auch Anrechnen von bereits bestehenden Qualifikationen ein wichtiges Thema im Rahmen des lebenslangen Lernens. Der nächste Abschnitt bietet einen Einblick in dieses Themengebiet.

### VI.2.2.3. Anrechenbarkeit von Leistungen durch Kreditierung/Zertifizierung

Die Europäische Union hat verschiedene Richtlinien geschaffen, welche die Vergleichbarkeit von Leistungen, Kompetenzen, Kenntnissen, Qualifikationen und Erfahrungen von Studierenden und/oder Arbeitnehmern durch ein gemeinsames Bezugssystem ermöglichen sollen. Dies ist nicht nur vor dem Hintergrund eines offenen europäischen Arbeits- und Ausbildungsmarktes vorteilhaft. Denn so wird (zumindest theoretisch) ein einfacher Austausch an Arbeitskräften oder Lernern/Studierenden ermöglicht und gefördert. Bislang war der Vergleich von Kenntnissen und Fertigkeiten, die in lebenslangen Lernprozessen überwiegend durch informelle Lernprozesse entstanden sind, problematisch. Abhilfe und eben einen einheitlichen Rahmen zur Bewertung sollen folgende Programme schaffen:<sup>702</sup>

- **ECTS** („European Credit Transfer System“): Soll die Studienleistungen von Studenten an Europäischen Hochschulen vergleichbar machen. Es wird vorwiegend im Rahmen der durch den Bologna-Prozess (vgl. Anhang unter VI.2.2.4.1) geschaffenen Bachelor- und Masterstudiengänge eingesetzt.
- **EQF/ECVET** („European Qualification Framework“ mit dem „European Credit System for Vocational Education and Training“): Europäischer Qualifizierungsrahmen, um Qualifikationen und Kenntnisse innerhalb der Europäischen Union vergleichbar zu machen
- **NQF** („Nationaler Qualifizierungsrahmen“): Die nationale Umsetzung Deutschlands des EQFs
- **ProfilPASS** („Weiterbildungspass mit Zertifizierung informellen Lernens“): BLK-Initiative bei der Individuen sich selbst über ihre eigenen Fähigkeiten und Kompetenzen bewusst werden sollen, z.B. durch Portfolio- und Pass-Ansätze

<sup>698</sup> IALS, International Adult Literacy Survey (IALS), 1994/1998, [http://www.statcan.ca/english/Dli/Data/Ftp/ ials.htm](http://www.statcan.ca/english/Dli/Data/Ftp/ials.htm), abgerufen am 07.04.2011

<sup>699</sup> ALL, „Adult Literacy and Life Skills Surves (ALL), 2005, <http://www.educationcounts.govt.nz/topics/ rsearch/all>, abgerufen am 07.04.2011

<sup>700</sup> <http://www.cso.ie/en/surveysandmethodology/education/piaac/piaacprocess/>, abgerufen am 07.04.2011

<sup>701</sup> Vgl. Gnahs, D, et al in Herzberg 2008, S. 121ff

<sup>702</sup> Vgl. Kuhlenkamp 2010, S. 95ff



Zur Einschätzung der Kompetenzen von Arbeitskräften bietet das EQF „Übersetzungsraster“, die Einstufungen und Vergleiche anhand von Referenzniveaus und Deskriptoren ermöglichen.<sup>703</sup> Im Rahmen von beruflichen Weiterbildungsmaßnahmen wird es so (idealtypisch) möglich, bereits vorhandenes Wissen anrechnen zu lassen, um so z.B. die Aus- oder Weiterbildungszeit zu verkürzen oder gezielte thematische Vertiefungen zu ermöglichen.

Allerdings gibt es zu diesem System auch **kritische Stimmen**. Denn „gegenwärtig kann man nicht davon sprechen, dass „Anrechnung eine gängige Praxis an den Hochschulen Europas wurde“. <sup>704</sup> Obwohl Hochschulen durch gesetzliche Rahmenbedingungen zur Umsetzung verpflichtet wären, ist dies bisher genauso wenig geschehen, wie die endgültige Anerkennung der Bologna-Struktur. Hinzu kommt, dass für manche die komplette Vergleichbarkeit einer Gleichschaltung gleichkommt, bei der Individuen und ihre Eigenheiten oder Unterschiede eher als Makel betrachtet werden, denn als Qualitätsmerkmal. Unabhängig davon geraten auch die Einstufungskriterien des EQF an sich in die Kritik:<sup>705</sup>

- Sie bieten keine angemessene operationalisierte Unterscheidung der „Levels“ bzw. „Niveaus“
- Verben und Adjektive zur Beschreibung der Fertigkeiten sind nicht sehr aussagekräftig, nicht scharf abgegrenzt; beides kann zu Missverständnissen und Fehleinstufungen führen.
- Es gibt keine Unterscheidung zwischen verschiedenen Berufsgruppen, alle werden nach demselben Kriterienkatalog bewertet.
- Insgesamt zu wenig konkret. Die Umsetzung führt mitunter nicht zu einer „vergleichbaren“ Bewertung, sondern zu einer stark von den „Prüfern“ abhängigen, da wie o.a. zu weiche Kriterien bestehen.

Weitere Detailinformationen über die Kreditierungs-, Zertifizierungs- und Vergleichssysteme sowie Referenzniveaus des EQF sind in den folgenden Abschnitten VI.2.2.3.1, VI.2.2.3.2 und VI.2.2.3.3 beigelegt.

Es sei auch erwähnt, dass neben den oben vorgestellten Möglichkeiten zur Anerkennung von Kenntnissen prinzipiell auch noch andere Wege möglich wären. Beispielsweise könnte die o.a. Einstufungssysteme um „Fachgespräche“ (z.B. als Mischung aus Diskussion und Prüfung) ergänzt werden. Diese Methode hätte zwar einen weniger formalen Charakter und würde wohl auch einen etwas höheren Aufwand bedeuten. Allerdings sind durch die Personalisierung deutlich exaktere und (durch mehrere „Prüfer“) fairere Ergebnisse zu erwarten. Wie ein

---

<sup>703</sup> Vgl. Sellin 2005, S. 2f

<sup>704</sup> Freitag 2009, S. 227

<sup>705</sup> Vgl. Freitag 2009, S. 227ff

derartiges Konzept im Rahmen einer Blended Learning-Strategie für die berufsbegleitende Weiterbildung umgesetzt werden könnte, zeigt der Abschnitt III.5.2.3.

#### **VI.2.2.3.1. ECTS - „European Credit Transfer System“**

Das European Credit Transfer System (ECTS) wurde im Rahmen des ERASMUS-Programms entwickelt. Das ERASMUS-Programm wurde Ende der 1980er Jahre als Gemeinschaftsprojekt der europäischen Staaten gestartet, mit dem Ziel, den länderübergreifenden Studentenaustausch und somit die Mobilität der europäischen Studierenden zu fördern. Zentrale Bestandteile des Programms sind eine finanzielle Förderung der Studierenden und eben die Schaffung eines einheitlichen Systems (ECTS) zum Bewerten, Vergleichen und Anerkennen von Studienleistungen, die an anderen europäischen (Partner-) Universitäten erreicht wurden.

Heute ist das ECTS zu einem „national und international im großen Maßstab angewandten Instrument der Vergleichbarkeit von Studien- und Prüfungsleistungen geworden und dient dem in der Bologna-Erklärung von 1999 formulierten Ziel eines einheitlichen europäischen Hochschulraums, weil es die Anerkennung von Studienleistungen, die an anderen Hochschulen und in anderen Ländern erbracht worden sind, erleichtert“.<sup>706</sup> Insgesamt kann die Schaffung des ECTS auch als wichtige Rolle im Rahmen der Ausweitung des lebenslangen Lernens gelten, denn durch die Erleichterung von Modularisierung und Akkumulation von Studienleistungen (insbesondere innerhalb Deutschlands) werden auch generell die Weichen für eine Flexibilisierung der Bildungsangebote geschaffen. Es ist (theoretisch) dadurch besser möglich, die persönliche Aus- und Weiterbildung so zu gestalten – vor allem in Bezug auf den Ort und die Zeit –, da eine Anrechnung modular erworbener Studienteilleistungen anhand dieses Systems gesichert erscheint.<sup>707</sup> Als Kritik muss hier allerdings die Realität herangezogen werden; denn diese sieht an deutschen Hochschulen oftmals anders aus, die versprochene „reibungslose Anrechenbarkeit“ ist eher eine schöne Illusion, denn Wirklichkeit.

#### **VI.2.2.3.2. EQF – der Europäische Qualifikationsrahmen**

Der *Europäische Qualifikationsrahmen* (EQF, „European Qualification Framework“, Deutscher Begriff: „Europäischer Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen (EQR)“) ist als übergreifender Vergleichsmaßstab zur Bewertung von Qualifizierungsniveaus von Arbeitnehmern geplant worden. Anhand dessen werden nationale Umsetzungen entwickelt, die sog. NQF (Nationalen Qualifikationsrahmen). Die deutsche Umsetzung hat den Namen „Deutscher Qualifikationsrahmen“ (DQR). Für alle diese Ausprägungen stehen als Kreditpunktesysteme sowohl ECTS (für noch Studierende) als auch das ECVET („European Credit System

---

<sup>706</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 96

<sup>707</sup> Vgl. Kuhlenkamp 2010, S. 97

for Vocational Education and Training“) zur Verfügung.<sup>708</sup> Insgesamt ist das Ziel dieser Programme „eine auf alle Bildungssysteme in Europa anwendbare gemeinsame Beschreibung von Qualifikationen zu entwickeln. Tragendes Prinzip des EQF ist die Orientierung an Lernergebnissen („learning outcomes“). Die Lernergebnisse sind die im Rahmen eines Bildungsgangs oder auf informellem Wege erworbenen Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten („knowledge, skills and competences“).“<sup>709</sup> Durch den EQF sollen folgende Ziele erreicht werden:

- „Stärkung der europäischen Dimension bei der beruflichen Bildung (Förderung der Mobilität)
- Transparenz, Information und Orientierung (gemeinsame Bezugsniveaus, „Europass“)
- Anerkennung von Fähigkeiten und Qualifikationen (System zur Anrechnung von Ausbildungsleistungen, Validierung informeller und nicht formaler Lernprozesse, sektorale Berufsbildungspolitik)
- Qualitätssicherung (Gemeinsame Kriterien und Grundsätze für die Qualität der beruflichen Bildung)“<sup>710</sup>

Um diese Transparenz und Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurde ein Einstufungsschema entwickelt, welches sowohl berufliche Abschlüsse als auch Hochschulabschlüsse abbilden kann: Die acht Stufen des EQF (vgl. Tabelle 51):

Stufe	Kenntnisse	Fertigkeiten	Persönliche und fachliche Kompetenzen			
			(i) Selbständigkeit und Verantwortung	(ii) Lernkompetenz	(iii) Kommunikationskompetenz und soziale Kompetenz	(iv) Fachliche und berufliche Kompetenz
1	Grundlegende allgemeine Kenntnisse auffrischen	Grundlegende Fertigkeiten zur Erledigung einfacher Aufgaben einsetzen	Arbeits- und Lernaufgaben unter direkter Anleitung ausführen und persönliche Effektivität in einfachen, stabilen Kontexten demonstrieren	Lernberatung annehmen	Auf einfache und mündliche Kommunikation reagieren; eigene soziale Rolle demonstrieren	Bewusstsein für Problemlösungsverfahren demonstrieren
2	Sich die Grundlagen eines Bereiches vergegenwärtigen und verstehen, Wissensspektrum ist auf Fakten und Grundideen beschränkt	Fertigkeiten und Schlüsselkompetenzen nutzen, um Aufgaben zu erledigen, wobei das Handeln von routine- und strategiebezogenen Regeln bestimmt ist; grundlegende Methoden, Werkzeuge und Materialien auswählen und anwenden	Begrenzte Verantwortung für die Verbesserung der Arbeits- oder Lernleistung in einfachen und stabilen Kontexten und in gewohnten homogenen Gruppen übernehmen	Lernberatung nachfragen	Auf einfache, aber detaillierte schriftliche und mündliche Kommunikation reagieren  Rolle an verschiedene soziale Umgebungen anpassen	Probleme unter Nutzung vorgegebener Informationen lösen
3	Fachspezifische Kenntnisse anwenden, die Prozesse,	Eine Reihe fachspezifischer Fertigkeiten zur Ausführung von	Verantwortung für die Ausführung von Aufgaben übernehmen und eine gewisse eigenständige	Eigenverantwortlich lernen	Detaillierte schriftliche und mündliche Kommunikation produzieren (und darauf reagieren)	Probleme mit bekannten Informationsquellen lösen und dabei

<sup>708</sup> Vgl. Kuhlenkamp 2010, S. 98

<sup>709</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 139

<sup>710</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 97

	Techniken, Materialien, Instrumente, Ausrüstung, Terminologie und einige theoretische Gedanken umfassen	Aufgaben nutzen und persönliche Auslegung durch Auswahl und Anpassung von Methoden, Werkzeugen und Materialien demonstrieren; verschiedene Handlungsansätze bewerten	Rolle beim Arbeiten und Lernen demonstrieren, wobei der Kontext allgemein stabil ist, sich aber einige Faktoren ändern		Verantwortung für eigenes Verständnis und Verhalten übernehmen	einige soziale Fragen berücksichtigen
4	Ein breites Spektrum fachspezifischer, praktischer und theoretischer Kenntnisse nutzen	Durch Anwendung von Fachwissen und Nutzung von Fachinformationsquellen strategische Ansätze für Aufgaben entwickeln, die sich bei der Arbeit oder beim Lernen ergeben;  Ergebnisse nach dem gewählten strategischen Ansatz bewerten	Unter Anleitung die eigene Rolle in Arbeits- oder Lernkontexten gestalten, die in der Regel vorhersehbar sind und in denen viele Faktoren mitspielen, die Veränderungen bewirken und die sich zum Teil gegenseitig beeinflussen;  Vorschläge für eine Verbesserung der Ergebnisse vorlegen;  Routinetätigkeiten Anderer beaufsichtigen und eine gewisse Verantwortung für die Unterweisung Anderer übernehmen	Selbststeuerung des Lernens demonstrieren	Detaillierte schriftliche und mündliche Kommunikation in ungewohnten Situationen produzieren (und darauf reagieren)  Eigenes Verständnis für eine Verhaltensänderung nutzen	Probleme lösen unter Einbeziehung von Informationen aus Fachquellen und unter Berücksichtigung einschlägiger sozialer und ethischer Fragen
5	Breite theoretische und praktische Kenntnisse nutzen, die häufig fachspezifisch sind und Bewusstsein für die Grenzen der Wissensbasis demonstrieren	Strategische und kreative Antworten bei der Suche nach Lösungen für genau definierte, konkrete und abstrakte Probleme entwickeln;  Übertragung theoretischen und praktischen Wissens beim Finden von Problemlösungen demonstrieren.	Eigenständig Projekte leiten, die eine Problemlösung erfordern, wobei viele Faktoren mitspielen, die sich zum Teil gegenseitig beeinflussen und zu unvorhersehbaren Veränderungen führen;  Bei der Entwicklung von Projekten Kreativität zeigen;  Menschen führen und die eigenen Leistung sowie die Leistung Anderer prüfen.  Andere unterweisen und eine Teamleistung entwickeln.	Das eigene Lernen bewerten und den Lernbedarf für eine Weiterqualifizierung ermitteln	Kollegen, Vorgesetzten und Kunden gut strukturiert und kohärent Ideen übermitteln und dabei qualitative und quantitative Informationen nutzen;  Eine umfassende, verinnerlichte persönliche Sicht der Welt zum Ausdruck bringen, die die Beziehung zu Anderen wiedergibt	Antworten auf abstrakte und konkrete Probleme formulieren;  Erfahrung mit operationellen Wechselwirkungen in einem Bereich demonstrieren,  auf der Grundlage der Kenntnis einschlägiger sozialer und ethischer Fragen ein Urteil abgeben
6	Detaillierte theoretische und praktische Fachkenntnisse nutzen. Zum Teil handelt es sich um hochspezialisiertes Fachwissen, das ein kritisches Verständnis der Theorien und Grundsätze voraussetzt	Beherrschung von Methoden und Instrumenten in einem komplexen Fachgebiet sowie Innovationsfähigkeit bezüglich der eingesetzten Methoden demonstrieren;  Argumente für die Problemlösung finden und vertreten	Verantwortung bezüglich administrativer Gestaltung, Ressourcen- und Teammanagement in Arbeits- und Lernkontexten demonstrieren, die unvorhersehbar sind und in denen komplexe Probleme mit vielen sich gegenseitig beeinflussenden Faktoren gelöst werden müssen;  bei der Entwicklung von Projekten Kreativität und Managementprozessen Initiative zeigen, was auch die Unterweisung anderer zur Entwicklung einer Teamleistung umfasst	Eigenes Lernen konsequent bewerten und Lernbedarf feststellen	Ideen, Probleme und Lösung sowohl gegenüber einem Fachpublikum als auch gegenüber Nichtfachleuten kommunizieren und dabei eine Reihe von Techniken unter Einbeziehung qualitativer und quantitativer Informationen nutzen;  Eine umfassende verinnerlichte persönliche Sicht der Welt zum Ausdruck bringen, die Solidarität mit Anderen bezeugt	Relevante Daten in einem Fachgebiet zur Problemlösung zusammentragen und integrieren;  Erfahrung mit operationellen Wechselwirkungen in einem komplexen Umfeld demonstrieren;  Auf der Grundlage sozialer und ethischer Fragen, die sich bei der Arbeit oder beim Lernen ergeben, ein Urteil abgeben
7	Hochspezialisiertes theoretisches und	Eine forschungsorientierte Problemdiagnose	Führungsqualitäten und Innovationsfähigkeit in ungewohnten, komplexen	Eigenständigkeit in der Steue-	Projektergebnisse, Methoden und zugrundeliegende Prinzipien	Probleme lösen durch Integration komplexer,

	<p>praktisches Wissen nutzen, wobei es sich teils um aktuelles Fachwissen handelt. Dieses Wissen bietet eine Grundlage für Originalität bei der Entwicklung und/oder Anwendung von Ideen.</p> <p>Kritisches Bewusstsein für Fachthemen in diesem Bereich und an der Schnittstelle zwischen verschiedenen Bereichen demonstrieren</p>	<p>erstellen durch Integration von Wissen aus neuen oder interdisziplinären Bereichen und anhand von unvollständigen und eingeschränkten Informationen ein Urteil abgeben;</p> <p>Als Reaktion auf neu entstehende Kenntnisse und Techniken neue Fertigkeiten entwickeln</p>	<p>und unvorhersehbaren Arbeits- und Lernkontexten demonstrieren, in denen komplexe Probleme mit vielen sich gegenseitig beeinflussenden Faktoren gelöst werden müssen.</p> <p>Strategische Leistung der Teams prüfen.</p>	<p>rung des Lernens und ein gutes Verständnis der Lernprozesse demonstrieren</p>	<p>gegenüber einem Fachpublikum und gegenüber Nichtfachleuten kommunizieren und dabei passende Techniken einsetzen;</p> <p>Soziale Normen und Beziehungen eingehend untersuchen und reflektieren und Maßnahmen durchführen, um sie zu verändern</p>	<p>manchmal unvollständiger Wissensquellen in neuen und ungewohnten Kontexten;</p> <p>Erfahrung mit operationellen Wechselwirkungen bei der Gestaltung des Wandels in einem komplexen Umfeld demonstrieren;</p> <p>Auf soziale, wissenschaftliche und ethische Fragen, die bei Arbeit und Lernen auftreten, reagieren</p>
8	<p>Fachwissen nutzen, um neue und komplexe Ideen, die in einem Bereich völlig neu sind, kritisch zu analysieren, zu bewerten und zu verbinden;</p> <p>Vorhandenes Wissen und/oder Berufspraxis in einem Bereich oder an der Schnittstelle zwischen Bereichen erweitern oder neu definieren</p>	<p>Projekte, die zu neuen Erkenntnissen und neuen Verfahrenslösungen führen, erforschen, entwickeln, gestalten, durchführen und anpassen</p>	<p>Substanzielle Führungsqualitäten, Innovationsfähigkeit und Eigenständigkeit in neuartigen Arbeits- und Lernkontexten demonstrieren, in denen komplexe Probleme mit vielen sich gegenseitig beeinflussenden Faktoren gelöst werden müssen</p>	<p>Die Fähigkeit zum nachhaltigen Engagement für die Entwicklung neuer Ideen oder Prozesse und ein gutes Verständnis der Lernprozesse demonstrieren</p>	<p>Mit Autorität kommunizieren durch Teilnahme an einem kritischen Dialog mit Fachkollegen;</p> <p>Soziale Normen und Beziehungen untersuchen und reflektieren und Maßnahmen einleiten, um sie zu verändern</p>	<p>Neue und komplexe Ideen kritisch analysieren, bewerten und verbinden und auf der Grundlage dieser Prozesse strategische Entscheidung treffen;</p> <p>Erfahrung mit operationellen Wechselwirkungen und die Fähigkeit, in einem komplexen Umfeld strategische Entscheidungen zu treffen, demonstrieren;</p> <p>soziale und ethische Weiterentwicklung durch Aktionen fördern</p>

Tabelle 51: Die acht Stufen des EQF im Detail<sup>711</sup>

Anhand dieses Stufenplans werden Lernergebnisse definiert, „die Kenntnisse, Fertigkeiten sowie persönliche und fachliche Kompetenzen beschreiben, wobei die persönlichen und fachlichen Kompetenzen noch unterteilt werden in Selbständigkeit und Verantwortung, Lernkompetenz, Kommunikationskompetenz und soziale Kompetenz sowie fachliche und berufliche Kompetenz.“<sup>712</sup>

Eine konkrete Anwendung des EQF und seiner nationaler Spezialisierungen kann im Rahmen der beruflichen Weiterbildung z.B. die Anerkennung von „**früher erworbenen Kenntnissen**“ („**Prio-Learning**“) sein. Im konkreten sei damit die Anrechnung von beruflichen oder praktischen Kenntnissen und Erfahrungen gemeint, die z.B. auf ein weiterführendes Studium

<sup>711</sup> Sellin 2005, S. 11ff<sup>712</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 98

angerechnet werden könnten. Damit würde nicht nur ein Übergang zwischen unterschiedlichen Bildungsbereichen geschaffen werden – vor allem das *Überspringen institutioneller Grenzen* und *Vernetzen unterschiedlicher Einrichtungen* –, sondern vor allem die aufzuwendende Weiterbildungszeit minimiert werden. Dies versucht derzeit z.B. die geförderte Initiative „Anrechnung beruflicher Kompetenzen auf Hochschulstudiengänge“<sup>713</sup> (**AnKom**), die eine Verbindung zwischen der „Lernergebnisbewertung im akademischen Bereich (ECTS)“ mit in „Berufspraxis erworbener Qualifikationen“ schaffen soll. Die erfolgreiche Umsetzung solcher Maßnahmen wäre insbesondere im Kontext der schnellen Fachqualifizierung von Arbeitnehmern im MINT-Bereich wünschenswert. Allerdings bestünde diese Möglichkeit grundsätzlich in Deutschland auch schon heute. Das Hochschulrahmengesetz (HRG) vom 27.12.2004 bestätigt, dass der „Zugang zu einem Hochschulstudium neben dem erfolgreichen Abschluss einer auf das Studium vorbereitenden Schulbildung auch für in der beruflichen Bildung Qualifizierte „nach näherer Bestimmung des Landesrechts““<sup>714</sup> möglich sein soll. Bislang hat sich diese Durchlässigkeit aber noch nicht in veränderten Hochschulzugangsformen gezeigt. Nach wie vor werden zumeist Abiturienten zu einem Hochschulstudium zugelassen, was auch daran liegt, dass Hochschulen verschiedene neue Auswahlkriterien für die Zulassung zu installieren versuchen.<sup>715</sup>

Zusammenfassend wird also kritisch angeführt, dass durch das EQF zwar wichtige und richtige Rahmenbedingungen geschaffen wurden, diese allerdings noch lange nicht in die Realität überführt wurden. „Vielleicht ist die bedeutsamste Wirksamkeit des EQF, nämlich das politische Signal, dass Bildungsbiographien auch nach Abschluss der Erstausbildung veränderbar und korrigierbar sind und dass die Hürden davor nicht unübersteigbar sind.“<sup>716</sup> Aber diese sind wohl vorhanden.

#### **VI.2.2.3.3. Der ProfilPASS**

Neben dem EQF wurde in Deutschland auch der **ProfilPass**<sup>717</sup> initiiert. Dieser „ermöglicht die Identifikation und die Dokumentation individueller Fähigkeiten und Kompetenzen unter Einschluss der Ergebnisse formalen, non-formalen und informellen Lernens. Dadurch soll er ein möglichst vollständiges Bild aller unterschiedlichen Lernprozesse des betreffenden Individuums bieten.“<sup>718</sup> Dabei stützt er sich primär „auf einen personenbezogenen Kompetenzbegriff, im Unterschied zum auf Außenanforderungen bezogenen Qualifikationsbegriff“<sup>719</sup> des

<sup>713</sup> Vgl. <http://ankom.his.de/>, abgerufe am 02.02.2013

<sup>714</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 101

<sup>715</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 101

<sup>716</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 102

<sup>717</sup> Vgl. <http://www.profilpass-online.de/>, abgerufen am 07.01.2013

<sup>718</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 141

<sup>719</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 102

EQF. Innerhalb dieses Programms werden Kompetenzen so verstanden: „als Bestand an individuell vorhandenen Möglichkeiten des Handelns und Verhaltens in nicht vorab festlegbaren Situationen[. Sie] lassen sich gegenüber Qualifikationen als vorab festgeschriebener sowie extern überprüfter und zertifizierter Bestand an individuell vorhandenen Möglichkeiten des Handelns und Verhaltens zur Bewältigung bestimmter und in der Regel beruflicher Tätigkeiten abgrenzen.“<sup>720</sup> Im Konkreten werden Abschlüsse, Zertifikate, Nachweise, Bescheinigungen und Tätigkeitsbeschreibungen dokumentiert, die „aus den Bereichen Schule, Ausbildung, Erwerbstätigkeit, Familie, Ehrenamt und Freizeit aufgenommen werden können“.<sup>721</sup> Da diese Darstellung, die auf der Auflistung von unterschiedlichen Tätigkeitsfeldern, der Selbsteinschätzung der erworbenen Kenntnisse und vielleicht auch einem Ausblick auf zukünftige Lernaktivitäten basiert, somit einerseits die komplette Bildungsbiographie enthält und andererseits zur persönlichen Reflexion des Lernprozesses (und des Lebens) einlädt, liegt der Vergleich zu einem E-Portfolio auf der Hand (vgl. III.7.9). Im Rahmen von E-Learning könnte dieses insbesondere auch für die Anrechenbarkeit von Vorkenntnissen verwendet werden und/oder eine ProfilPASS-Strategie aufgreifen.

Insgesamt ist das ProfilPASS-System aber eher von Vorteil für den Arbeitnehmer und seine persönliche Dokumentation und Reflexion seines Lern- bzw. Arbeitsprozesses. **Kritisch** im Sinne der wirklichen Beurteilung der Daten ist z.B. aus Arbeitgebersicht anzumerken, dass es sich um sehr private Daten handelt, die kaum komplett veröffentlicht werden und somit nur begrenzt als „Bewertung im Sinne eines Zeugnisses“ nutzbar sind. Weiterhin ist nachteilig, dass die ausschließliche Aufführung informeller Lernergebnisse auch nicht ausreicht, sondern eine Ergänzung zu formalen Bildungsabschlüssen und korrespondierenden Zeugnissen und Zertifikaten nötig sein wird. Insgesamt ist zukünftig kaum mit einer weiten Verbreitung des ProfilPASS zu rechnen, da die Nutzung einen großen persönlichen Einsatz erfordert (Motivation, Kosten) und die Vorteile nicht jedem gleichermaßen weiterhelfen werden. Für eine nachhaltige Implementierung sind dennoch die Einrichtung einer Koordinierungs- und Servicestelle (u.a. zuständig für Aufbau und Pflege von Partnerschaften, Weiterentwicklung und Qualitätssicherung) und regionale Dialogzentren zur Verankerung des ProfilPASSes in lokalen Lernkontexten geplant.<sup>722</sup>

#### VI.2.2.4. Paradigmenwechsel in Aus- und Weiterbildungsinstitutionen

Klassische Bildungsinstitutionen in Deutschland unterliegen der Obrigkeit des jeweilig beheimatenden Bundeslandes, eine bundeseinheitliche Regelung – zumindest was die Details

---

<sup>720</sup> Konsortium ProfilPASS, S. 19

<sup>721</sup> Konsortium ProfilPASS, S. 272

<sup>722</sup> Vgl. Konsortium ProfilPASS, S. 17

der Bildungspolitik angeht – gibt es nicht, nur Rahmengesetze und Empfehlungen. Zwar besteht als Antwort auf die Veröffentlichungen und Berichte der Europäischen Kommission zum Thema Lebenslanges Lernen ein bundespolitisch einheitlicher Konsens, dieses Programm zu unterstützen und umzusetzen. Wie dies allerdings geschehen soll, ist im Detail bislang nicht geklärt. Es hängt hier also von den Fachgremien der Landesregierungen ab, entsprechende Programme auszugestalten und die zugehörigen Universitäten und Hochschulen über die Kultusministerien entsprechend zu instruieren. Grundsätzlich bestehen dabei zwei fundamentale Probleme: Einerseits gibt es, wie bereits angeführt, keinen konkreten Plan, sondern lediglich Teillösungen. Andererseits müsste dieser Plan dann in den verschiedenen Institutionen umgesetzt werden – d.h. die Verwaltungsapparate müssten angepasst werden. Ohne vorweggreifen zu wollen, kann vor allem die zweite Aufgabenstellung als durchaus schwierig umsetzbar betrachtet werden. Insbesondere in Anbetracht der, in einschlägiger Meinung, nicht immer besonders „agilen Verwaltungen“ und den steuernden Präsidien.

Im Allgemeinen kann in Bezug auf Hochschulen und Universitäten von generellen Innovationsbarrieren ausgegangen werden. D.h., selbst wenn eine schnelle Umsetzung innerhalb einer Institution gewünscht und gefordert würde – was beim Lebenslangen Lernen einmal unterstellt werden soll –, könnte von folgenden Hürden/Herausforderungen ausgegangen werden:

Barrieren	Beschreibung
Finanz-/Personalnotstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlende Mittel für Nachhaltigkeit</li> <li>• Breites Defizit an kompetentem Personal</li> <li>• Mangelnde Planungssicherheit</li> </ul>
Mängel im System	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgeprägte Bürokratie</li> <li>• Lange Entscheidungswege</li> <li>• Eingleisige Informationsflüsse</li> <li>• Eingefahrene Machtverhältnisse</li> </ul>
Fehlende Anreizsysteme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Belohnung von Drittmittelforschung, nicht jedoch von Engagement in der Lehre</li> <li>• Beschneidung der Lehrstuhlautonomie</li> <li>• Schlechte Hochschulgehälter</li> </ul>
Kompetenzdefizite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mängel/Defizite in Bereichen der Innovationskompetenz: Kreativität, Ideengenerierung, Durchsetzungs-/Transferfähigkeit</li> <li>• Mängel/Defizite im Bereich der Mediendidaktik</li> </ul>
Dysfunktionales Innovationsverständnis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingeengtes (traditionelles) Innovationsverständnis</li> <li>• Geringe Betroffenheit (in den Geistes-/Sozialwissenschaften)</li> <li>• Verstärkung durch die Förderpolitik</li> </ul>

**Tabelle 52: Typische Innovationsbarrieren in Institutionen**<sup>723</sup>

Diese Barrieren gilt es also, bei einer Implementierung des Lebenslangen Lernens in Hochschulen und Universitäten zu berücksichtigen. Dabei wird allerdings deutlich, dass es nicht

<sup>723</sup> Reinmann-Rothmeier 2003, S. 23



ohne die tatkräftige Unterstützung der Institutionen an sich funktionieren wird, da deren Öffnung hin zu flexibleren Studienmöglichkeiten und Organisationen eine grundlegende Bedingung für die Umsetzung einer „Lifelong-Learning-Gesellschaft“ ist.<sup>724</sup> Dennoch müssen Universitäten nicht alles Bestehende verändern, aber ein sensibles Verständnis dafür entwickeln, dass Lebenslanges Lernen immer in größerem Zusammenhang mit der Lehre und dem zwischenmenschlichen Verhältnis zwischen Lernenden und Lehrenden steht, denn eine exzellente Forschung.

Die folgenden Abschnitte beleuchten weitere Hintergründe zu einer Einführung des Lebenslangen Lernens in Hochschulen und Universitäten. Dabei werden, ausgehend von der aktuellen Situation, insbesondere die notwendigen Veränderungen in Institutionen vorgestellt und die daraus entstehenden Konsequenzen insbesondere für das Lehrpersonal diskutiert.

#### **VI.2.2.4.1. Aktuelle Situation an höheren Bildungsinstitutionen**

Hochschulen haben unterschiedliche „Aufgaben“, die bislang vom Bund anhand eines Rahmengesetzes vorgegeben waren. Insbesondere sind sie auch für das Angebot berufsbegleitender Weiterbildungsmaßnahmen zuständig: „Die Hochschulen dienen entsprechend ihrer Aufgabenstellung der Pflege und der Entwicklung der Wissenschaften und der Künste durch Forschung, Lehre, Studium und Weiterbildung in einem freiheitlichen, demokratischen und sozialen Rechtsstaat“<sup>725</sup>. Im Selbstverständnis der (Fach-) Hochschulen und Universitäten scheint dies derzeit allerdings wenig wahrgenommen zu werden: Traditionell bieten Hochschulen praxisorientierte Lehre an, Universitäten sind für „Forschung und Lehre“ zuständig.

#### **Hochschulen in Deutschland – die „Zwei-Typen-Struktur“**

Seit der Einführung der Fachhochschulen 1968 gibt es nun eine „Zwei-Typen-Struktur“ im deutschen Hochschulwesen. Im Vergleich zu Universitäten sollten Fachhochschulen primär ein praxisorientiertes Studium, kürzere Studienzeiten und eine anwendungsbezogene Forschung bieten. Die angebotene Lehre ist stark organisiert und gilt als deutlich „verschulter“. Universitäten hingegen bieten neben der freier organisierten Lehre eine stärkere, vor allem auch theoretische, Forschungsorientierung und haben im Vergleich das Recht, Doktorgrade zu vergeben. Verschiedene Studien<sup>726</sup> zeichnen hingegen ein negativeres Bild und bezeichnen die Universitäten als dermaßen forschungsorientiert, dass die Lehre dafür an Qualität einbüßen muss. Dies wird durch die Tatsache begründet, dass die Reputation von Wissenschaftlern nach wie vor rein durch ihre Forschungsleistung bestimmt ist und die Güte des Lehrbetriebs – vor allem auch für Berufungsentscheidungen – kein Kriterium darstellt. Fachhochschulen

---

<sup>724</sup> Vgl. Dohmen 1996, S. 83

<sup>725</sup> §2 des Hochschulrahmengesetzes vom 26.10.1976

<sup>726</sup> Vgl. Kuhlenkamp 2010, S. 64f, Cortina 2003, S. 691

hingegen tendieren in Richtung der Universitäten, wodurch sich die strikte Trennung etwas aufweicht: Die vermehrte Einwerbung von Drittmitteln für Forschungsprojekte durch Fachhochschulen und auch Absolventen, die zur Promotion an Universitäten zugelassen werden, sind Beispiele für diesen Trend.

Heute haben beide Studienformen solide Studienanfängerzahlen (vgl. Tabelle 53):

Deutschland	Insgesamt	Universitäten	Fachhochschulen
1992	290.807	195.706	91.468
1993	279.631	184.404	91.487
1994	267.946	177.404	86.401
1995	262.407	177.854	82.464
1996	267.261	176.196	80.555
1997	272.473	182.980	81.306
1998	272.473	182.277	85.670
1999	291.447	195.465	91.843
2000	314.956	211.826	98.904
2001	344.830	232.338	107.984
2002	358.946	239.493	115.077
2003	377.504	251.621	121.597
2004	358.704	235.314	118.963
2005	355.961	233.923	117.699
2006	344.822	223.067	117.159

**Tabelle 53: Studienanfängerzahlen 1992 bis 2006<sup>727</sup>**

Insgesamt variieren die Studienanfängerzahlen aus demographischen, aber auch anderen Gründen, wie z.B. Anzahl der Menschen, die eine Hochschulzugangsberechtigung erworben haben oder die in den Bundesländern nacheinander umgesetzten „doppelten Abiturjahrgänge“. Dennoch streben viele Schulabgänger einen Hochschulabschluss an, da sich die Aussichten für Akademiker am Arbeitsmarkt positiver zeigen als für andere Berufsgruppen.

Mittel- bis langfristig kann jedoch aus demographischen Gründen von einem Rückgang der Studierendenzahlen in Deutschland ausgegangen werden. Im Rahmen des Lebenslangen Lernens und einer stärkeren Einbeziehung von (berufsbegleitender) Weiterbildung in Hochschulen und Universitäten („Erschließung des Bildungsmarktes“, vgl. VI.2.2.5) kann diese Entwicklung aber vermindert werden. Vor allem sei hier auch an vollkommen veränderte Programme gedacht, die z.B. die Zulassung von Studierenden ohne offizielle Hochschulzugangsberechtigung ermöglicht.

<sup>727</sup> Vgl. Kuhlenkamp 2010, S. 62. Aus: Bundesministerium für Bildung und Forschung 2008a, Tabelle 4.3.1, <http://gus.his.de>

So sind beispielsweise diese Entwicklungen des Bildungssystems auf dem Weg zu einer „Lifelong Learning Society“ notwendig:

- „Der Einbezug neuer Zielgruppen in das Schulsystem (*widening*),
- Die Verlängerung des Anteils von Lernperioden im Leben (*lengthening*) und
- Das Erreichen höherer Teilnehmendenzahlen durch das Hochschulsystem (*enlarging*)“<sup>728</sup>

Dies gilt natürlich für beide Hochschulformen gleichermaßen, wenngleich die Fachhochschulen aufgrund der jetzt schon praxisorientierten Ausrichtung auf den ersten Blick besser auf die Kooperation mit Unternehmen (um gemeinsam berufsbegleitende Weiterbildungsprogramme vorbereiten und anbieten zu können) eingestellt sein dürften.

### Der Bologna-Prozess

Seit dem Jahrtausendwechsel hat sich die Realität an Hochschulen verändert, die Lehre hat sich durch den „**Bologna-Prozess**“ stark gewandelt. Der Bologna-Prozess ist eine von 25 Europäischen Ländern in Bologna vereinbarte Erklärung „zugunsten einer gemeinschaftlichen europäischen Hochschulpolitik mit dem Ziel eines gemeinsamen europäischen Hochschulraums. Als Schwerpunkte schälten sich heraus:

- Qualitätssicherung,
- zweistufige Studiensysteme,
- Anerkennung von Studienabschlüssen und –abschnitten sowie die
- Doktorandenausbildung als dritte Studienstufe“<sup>729</sup>

Das Bologna-Dokument von 1999 wurde seitdem während weiterer Konferenzen ergänzt und die Umsetzung weiterverfolgt: Prag (2001), Berlin (2003) und Bergen (2005). Als Ergebnis ergab sich ein Dokument mit sog. „Action Lines“, die von den teilnehmenden Staaten jeweils bis zum Jahr 2010 in Form von nationalen Regelungen umgesetzt werden sollten:

„Six action lines were introduced in the Bologna Declaration:

1. Adoption of a system of easily readable and comparable degrees;
2. Adoption of a system essentially based on two cycles;
3. Establishment of a system of credits;

<sup>728</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 64

<sup>729</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 66

<p>4. Promotion of mobility;</p> <p>5. Promotion of European co-operation in quality assurance;</p> <p>6. Promotion of European dimension in higher education.</p> <p>Three more were introduced in the Prague Communiqué:</p> <p>7. Lifelong learning;</p> <p>8. Higher education institutions and students;</p> <p>9. Promoting the attractiveness of the European Higher Education Area.</p> <p>A tenth action line was introduced in the Berlin Communiqué:</p> <p>10. Doctoral studies and the synergy between the EHEA and the ERA.</p> <p>The social dimension of higher education might be seen as an overarching or transversal action line.”</p>
--

**Tabelle 54: "Action Lines" des Bologna-Prozesses<sup>730</sup>**

Die umfassendste Änderung, die durch den Bologna-Prozess auf das deutsche höhere Bildungssystem zukam, war die Umstellung der Studiengänge vom bisherigen Abschluss Diplom, Magister, etc. auf das zweistufige Bachelor/Master-System. Dabei soll der „Bachelor“ bereits ein berufsqualifizierender Hochschulabschluss sein, der nach i.d.R. sechs bis acht Semestern Studium erreicht wird (studiengangabhängig). Dieser erste Abschluss soll für einen Großteil der Studierenden ausreichen, die danach dem Arbeitsmarkt zur Verfügung stehen sollen. Eine Weiterqualifikation an der Hochschule ist danach durch den „Master“ gegeben, der nach weiteren vier Semestern erreicht wird. Dieser wiederum soll die Grundlage für eine anschließende vertiefte wissenschaftliche Arbeit bieten, wie z.B. die Erlangung eines Dokortitels oder allgemein die forschungsorientierte Arbeit als Wissenschaftler.

Die Umsetzung und die Eigenschaften des neuen Systems erklärt die Kultusministerkonferenz so: „Die Einführung einer gestuften Studienstruktur mit Bachelor- und Masterstudiengängen ist ein zentrales Anliegen deutscher Hochschulpolitik. Mit ihr verbindet sich eine weitreichende organisatorische und inhaltliche Reform der Studiengänge, die zu einer stärkeren Differenzierung der Ausbildungsangebote im Hochschulbereich führt. Gestufte Studiengänge eröffnen ein Studienangebot, das von Studienanfängern, Studierenden und bereits Berufstätigen flexibel, entsprechend den jeweiligen Bedürfnissen nach Qualifikation, genutzt werden kann. Sie tragen damit zu kürzeren Studienzeiten, deutlich höheren Erfolgsquoten sowie zu einer nachhaltigen Verbesserung der Berufsqualifizierung und der Arbeitsmarktfähigkeit der Absolventen bei. Die neue Studienstruktur gewährleistet internationale Anschlussfähigkeit und damit Mobilität der Studierenden und internationale Attraktivität der deutschen Hochschulen. Klare Strukturvorgaben und eine deutliche Aussage zur Parallelität der herkömmli-

<sup>730</sup> HIS, Der Bologna-Prozess im Spiegel der HIS-Hochschulforschung, 2005, S.7 in Kuhlenkamp 2010, S. 67

chen und konsekutiven Abschlüsse sind wichtige Voraussetzungen für die dringend erforderliche, umfassende Akzeptanz der neuen Studienstruktur in Wissenschaft und Wirtschaft.“<sup>731</sup>

Der Bericht ist fraglos eher eine Idealvorstellung, denn die Realität. Kuhlenkamp<sup>732</sup> führt insbesondere kritisch an, dass Studierenden durch eine deutliche Verknappung der Zeit („Effizienzsteigerung des Studiums“) und daraus resultierenden, doch recht starren Regularien, für eine „Verschulung“ des Studiums sorgen und dass Studieren „Absolvieren der Pflichtveranstaltungen laut Prüfungsordnung“ werden könnte. Letztendlich, so ein weiterer Kritikpunkt, würde Studierenden somit wenig Zeit (und Muße) bleiben, sich selbst und die eigenen Interessen zu finden und auszubilden sowie ein systemisches und übergreifendes Verständnis von interdisziplinären Zusammenhängen zu erlangen, da es schwieriger werden wird „über den Tellerrand hinauszuschauen“. Ebenso ist bislang noch nicht abschließend geklärt, ob das Beschäftigungssystem, also der Arbeitsmarkt, die Absolventen mit Bachelorabschluss akzeptieren und, ob nicht der „inoffizielle Zwang“ eines Masterabschlusses bestehen wird. In diesem Fall wird eine teilweise geplante, bzw. vorhandene, Kontingentierung der Masterstudienplätze zu weiteren Problemen führen. Nichts desto trotz wurden in den letzten Jahren flächendeckend die Studiengänge umgestellt und es gilt nun kritisch zu beobachten, welche der Hoffnungen, aber auch welche der angemerkten Probleme sich in der Realität bewahrheiten werden, sodass gegebenenfalls entsprechend gegengesteuert werden kann.

### Weiterbildung an Hochschulen

Als eine Ergänzung der Ziele des Bologna-Prozesses kam 2001 in Prag die explizite Forderung nach der Umsetzung von Lebenslangem Lernen im Rahmen der Hochschulbildung hinzu. Es wäre also die Aufgabe der Bundesländer gewesen, entsprechende Regelungen zu treffen, die die Fachhochschulen und Universitäten zu einer Umsetzung auffordern. Bislang sieht die Realität allerdings anders aus: Hochschulen schmücken sich zwar in manchen Fällen (insbesondere bei Online-Angeboten) mit dem Kürzel „Lebenslanges Lernen“, von einer Umsetzung kann allerdings keine Rede sein. Lebenslanges Lernen im Umfeld von Hochschulen kann mit einer gezielten, akademischen Weiterbildung gleichgesetzt werden. Generell ist selbst die Verbreitung von Weiterbildungsangeboten an Hochschulen eher gering, obwohl diese durch das Hochschulrahmengesetz von 1976 dazu verpflichtet sind (siehe oben). Zumeist handele es sich bei Weiterbildungsangeboten an Hochschulen um „weiterführende Studienangebote“, unter denen sich in der großen Mehrzahl postgraduale Studienangebote, wie Aufbau-, Zusatz- und Ergänzungsstudienmöglichkeiten, befinden. [...] Nur ein Bruchteil

---

<sup>731</sup> HRK, Hochschulrektorenkonferenz 2005, S. 34

<sup>732</sup> Vgl. Kuhlenkamp 2010, S. 67ff

dieser dokumentierten Studienangebote ist allerdings explizit als weiterbildend ausgewiesen. Universitäten neigen dazu, zusätzliche Studienangebote als ergänzende Aufbaustudien anzubieten, weil diese in der Regel forschungsnäher als weiterbildende Studienangebote sind und damit stärker den institutionellen Kernaufgaben der Universitäten sowie den Karrierechancen ihres wissenschaftlichen Personals entsprechen.“<sup>733</sup> Eine konkret auf Arbeitskräfte zugeschnittene Weiterbildung gibt es demnach an deutschen Hochschulen kaum und so ist es auch kaum verwunderlich, dass nur 23% aller Hochschulabsolventen die innerhalb von 5 Jahren nach ihrem Abschluss ein berufliches Weiterbildungsangebot wahrnahmen, dies an einer Universität getan haben.

Die Universität an sich wird also derzeit kaum als Anbieter für qualifizierte Weiterbildungen wahrgenommen. Zwar gibt es mittlerweile an vielen Einrichtungen entsprechende „Weiterbildungsabteilungen“, die aber in der Praxis kaum mit Mitarbeiterstellen besetzt sind und somit nicht den Anspruch einer qualifizierten Weiterbildung erfüllen können. Kuhlenkamp stellt fest, dass Hochschulen für ihre Weiterbildungsaufgabe einen personellen Grundstock zu Gunsten der Weiterbildung benötigen, „der auch aus dem Hochschuletat bezahlt wird, sich mit dieser Aufgabe identifiziert und keine wissenschaftliche Laufbahn in Forschung und Lehre anstrebt.“<sup>734</sup> Die Forderung nach explizitem Weiterbildungspersonal stößt auch eine weitere Frage an: die der Finanzierung derartiger Angebote. Zwar werden Weiterbildungsdienstleistungen natürlich gegen Bezahlung (von Privatpersonen oder Firmen) angeboten, dennoch ist es fraglich, ob sich diese im Sinne einer Vollkostenrechnung an Hochschulen selbst tragen könnten. Sicherlich gibt es „prominente“ Themengebiete, bei denen dies rechnerisch möglich wäre, wie z.B. IT, Betriebswirtschaftslehre oder andere stark spezialisierte Hochtechnologie- oder Boom-Bereiche, wie z.B. Energietechnik. Sollen aber breite Fächerspektren angeboten werden, geht es nicht ohne eine hochschuleigene Finanzierung und die Bereitstellung von Ressourcen.

Auf den ersten Blick bieten sich durch den Bologna-Prozess einige Chancen für die Umsetzung von Weiterbildungsmaßnahmen im Sinne des Lebenslangen Lernens. Zum Beispiel lädt die verstärkte Modularisierung von Kursen und Lerninhalten für Bachelor- oder Masterstudiengänge dazu ein, die bereits in der Erstausbildung verwendeten Lernunterlagen auch für Teile der Weiterbildungsangebote zu nutzen. Auf diese Weise können Zeit und Kosten gespart werden. Andererseits wendet Kuhlenkamp kritisch ein: „Damit wächst allerdings die Gefahr, dass der ‚Eigensinn‘ wissenschaftlicher Weiterbildung verloren geht, der eine didaktische Struktur unter Einschluss von Problemorientierung, Interdisziplinarität und lebensweltlichen

---

<sup>733</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 70

<sup>734</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 71

Bezügen impliziert, während sich die Didaktik im grundständigen Studium vielfach gleichsetzen lässt mit einer Disziplin- und stofforientierten Wissensvermittlung.“<sup>735</sup> Ob sich die Chancen oder Gefahren eher bewahrheiten, wird derzeit offen diskutiert – eine eindeutige Tendenz zeigt sich bislang aber noch nicht und wird abzuwarten bleiben.

Insgesamt ist die Umsetzung des Lebenslangen Lernens in deutschen Hochschulen noch lange nicht so weit, wie es der ambitionierte bildungspolitische Plan vorgesehen hatte: Da die Hochschulverwaltungen teilweise immer noch mit der Umstrukturierung der Studiengänge beschäftigt sind, wurde Lebenslanges Lernen zunächst außer Acht gelassen. So gestand der Präsident der EUCEN<sup>736</sup> im Jahr 2005, dass das Lebenslange Lernen in Universitäten als „*the forgotten issue*“ zu bezeichnen sei. Beispielsweise zeigen sich “deutsche Hochschulen [...] bisher wenig aufgeschlossen, zu Institutionen lebenslangen Lernens zu werden.”<sup>737</sup> Als Problem bei der zügigen Umsetzung des Lebenslangen Lernens an Universitäten kann die langjährige Tradition, hohe Autonomie und auch anderweitige Innovationsbarrieren angesehen werden. Denn dadurch versuchen Universitäten stets die eigenen Ziele und Ideen durchzusetzen, was sich in vielfältigen Auseinandersetzungen zwischen dem Staat und den Universitäten widerspiegelt. Insbesondere stark auf Forschung und Exklusivität ausgerichtete Universitäten zielen in ihren Handlungen zunächst auf die Erhaltung oder Erhöhung des Renommees durch Ergebnisse; Ein starkes Engagement in Richtung der Lehre und der Weiterbildung sowie die Öffnung des exklusiven Kreises nach außen stehen zumeist nicht auf der Agenda. So sieht Kuhlenkamp die Rolle der bestehenden Hochschulen als Ausrichter der Ideen des Lebenslangen Lernens kurz bis mittelfristig auch eher kritisch: „Ihre Beiträge zum lebensbegleitenden Lernen werden auch in der nächsten Zeit eher indirekt sein: Indem sie Lernfähigkeit trainieren und Fähigkeiten des wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens vermitteln, werden sie ihre Absolventen auch in den Stand zum selbständigen Weiterlernen versetzen.“<sup>738</sup>

#### **VI.2.2.4.2. Implikationen durch Lebenslanges Lernen für die höhere Bildung**

Eine ganzheitliche Umsetzung des Lebenslangen Lernens in allen Bereichen des deutschen Bildungssystems ist derzeit also nicht in Sicht (vgl. VI.2.1.6), dennoch sei an dieser Stelle zumindest ein Blick auf die Begleitumstände einer Einführung in der höheren Bildung gestattet. Wie genau würden (müssten) Hochschulen und Universitäten als Orte des Lebenslangen Lernens aussehen?

---

<sup>735</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 71

<sup>736</sup> European Universities Continuing Education Network

<sup>737</sup> Freitag 2009, S. 227f

<sup>738</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 73

## Veränderung der Bildungsinstitutionen

Zwar gibt es in den Veröffentlichungen über Lebenslanges Lernen keine konkreten Programme oder Änderungshinweise, einige notwendige Facetten der Anpassungen von Hochschulen und Universitäten können aber selbst erschlossen werden. Dafür werden im Folgenden unter Hochschulen und Universitäten „alle formalen Bildungseinrichtungen bezeichnet [...], in denen Menschen nach einer absolvierten Sekundarbildung zur Vorbereitung auf besondere berufliche und gesellschaftliche Aufgaben weiterführende Studien absolvieren, Examen ablegen und anerkannte Berechtigungen erwerben können“.<sup>739</sup>

D.h. es handelt sich explizit nicht um private Akademien oder Corporate Universities, sondern um akkreditierte/zertifizierte (staatliche) Institutionen. Diese Tatsache hat zur Konsequenz, dass mit einem relativ **langwierigen Anpassungsprozess** hin zum Lebenslangen Lernen zu rechnen ist, da Änderungen an der Organisationsstruktur oder am Curriculum stets an verschiedenen Stellen ansetzen müssen. Hierzu zählen z.B. gesetzliche Randbedingungen, Präsidien, Fakultäten, Verwaltungen, etc. Beispielsweise würde eine „einfache“ Veränderung des Curriculums eines Studiengangs in nicht akkreditierten Institutionen relativ reibungslos entschieden werden können. Anders an Hochschulen, bei denen dies eine Überprüfung oder Erneuerung der Akkreditierung, insbesondere in Bezug auf die Prüfungsordnung des Studiengangs, erfordern würde – was vor allem auch einen großen verwaltungstechnischen und finanziellen Aufwand zur Folge hat.

Es ist davon auszugehen, dass für Hochschulen auf dem Weg zu „Institutionen des Lebenslangen Lernens“ vielfältige Veränderungen zu meistern sein werden. Zunächst muss sich dafür das **Selbstverständnis der Hochschulen** ändern. Denn deren primäre Aufgabe wird zukünftig nicht mehr nur reine Forschungsarbeit oder die Verbreitung von Wissen sein. Vielmehr sollen sie freundliche Lernumgebungen und wissenschaftliche Gemeinschaften schaffen, in denen Studierende eigene Entdeckungen machen und ihr eigenes Wissen aufbauen können, um eigenständig Probleme zu lösen.<sup>740</sup> Im Sinne des Lebenslangen Lernens werden sie dabei „zu stabilisierenden ‚Knoten‘ mit wichtigen Ordnungs-, Orientierungs-, Fundierungs-, Beratungs- und Unterstützungsfunktionen für das lebenslange Lernen“<sup>741</sup>.

Generell ergeben sich für bestehende Bildungsinstitutionen bei der Einführung von LLL, bzw. beim kontinuierlichen Wandel zu einer LLL-Gesellschaft, ebenso folgende Konsequenzen:

- „Sie [=die Institutionen] müssen sich auf die Förderung des Lebenslangen Lernens, besonders auf die notwendige Kompetenz- und Motivationsentwicklung, für ein weit-

<sup>739</sup> Dohmen 1996, S. 78

<sup>740</sup> Vgl. Knapper, Cropley 2000, S. 83

<sup>741</sup> Dohmen 1996, S. 90



gehend selbstgesteuertes Lernen und eine beratende, unterstützende, ordnende Begleitung des informellen Lernen konzentrieren

- Sie verlieren ihren professionellen Monopol-Anspruch im Bereich der öffentlichen Lernförderung
- Ihre Einbeziehung in das umfassendere Netzwerk verschiedener Lernorte, Lernformen und Lernhilfen in einer Lifelong-Learning-Gesellschaft macht es notwendig, eine angemessene Balance zu finden zwischen der zunehmenden Individualisierung, Eigenaktivität und den entsprechenden Ansprüchen an einen offenen Rund-um-die-Uhr-Service auf der Seite der Lerner und den Grenzen der Flexibilisierung auf der Seite institutionalisierter Funktionssysteme<sup>742</sup>

Neben diesen übergreifenden Konsequenzen sind für die Erreichung der Ziele des Lebenslangen Lernens (vgl. VI.2.1.5) auch vielfältige **Anpassungen der aktuellen Eigenschaften der Bildungsinstitutionen** notwendig (teilweise bereits vom Bologna-Prozess aufgegriffen bzw. umgesetzt). Einen Überblick bietet die folgende Liste:

- „curriculare Umstellung auf ein modulares Baukastensystem, das erlaubt, abgegrenzte thematische Studieneinheiten nach individuellen Interessen und Voraussetzungen selbstgesteuert zu nutzen und zu kombinieren, und
- ein auf diese offenen, direkten, modularen Lernmöglichkeiten abgestimmtes Prüfungssystem mit summierbaren Leistungspunkten
- Umstellung des Studiums auf zwei Teile: Im ersten Schritt ein qualifiziertes und mit Examen abschließbares Grundstudium (Bachelor, B.A.), das sich auf die Einführung in wissenschaftliche Verfahren, Denkweisen und Erkenntnisgrundlagen in verschiedenen Lebensbereichen und Handlungsfeldern konzentriert<sup>743</sup> und im zweiten Schritt ein anspruchsvolles und forschungsorientiertes Aufbaustudium für den wissenschaftlichen Nachwuchs (Master, M.A.).
- „eine stärker problem- als fachorientierte Ausrichtung der Hochschularbeit, u.a. auf ein besseres interdisziplinäres Bemühen um das Verstehen und Erschließen verschiedener menschlicher Lernprozesse,
- ein offeneres Eingehen auf die Erfahrungen der Studenten in ihrer außeruniversitären Lebens- und Medienwelt und eine gezieltere Aufklärung und Unterstützung konstruktiver persönlicher Erfahrungsverarbeitungen,
- eine Aufgliederung der Studieninhalte in Module und die Ermöglichung von Leistungsdokumentationen, die auf thematisch abgegrenzte „Bausteine“ bezogen sind,
- mehr Ermutigung und Förderung des selbständigen Suchens und Lernens, der Kreativität und des Unternehmungsgeistes der Studenten,

---

<sup>742</sup> Dohmen 1996, S. 73

<sup>743</sup> Dohmen 1996, S. 83

- flexiblere Studienzugangs-, Unterbrechungs- und Abschlussmöglichkeiten ohne Bindung an fachsystematische Studiengänge und Anwesenheiten bei Lehrveranstaltungen und das heißt auch:
- Auflösung der strengen Trennung von Ausbildung und Weiterbildung, Direktstudium und Fernstudium, Vollstudium und Teilstudium; formalem und informellem Lernen
- breitere und gezieltere Service-Leistungen für gesellschaftlich dringende Problemlösungen und Innovationen – besonders auch für die praktische Umsetzung des Modells eines lebenslangen Lernens für alle,
- eine offeneren Zusammenarbeit mit der Lebens- und Arbeitswelt ‚draußen‘,
- die Intensivierung internationaler Erfahrungsaustausche und Kooperationen“<sup>744</sup>

Zwar sind einige dieser Forderungen bereits im Rahmen des Bologna-Prozesses umgesetzt worden. Dennoch ist es noch ein langwieriger Weg, da für viele fundamentale Fragen bislang noch keine Antworten gefunden wurden oder dies eine Einbeziehung weiterer Techniken, bzw. Maßnahmen, erfordern würde. So ist beispielsweise die Forderung nach „vollständiger Flexibilität“ in Bezug auf Lehrveranstaltungen, Lehrmaterialien oder Literatur aus einer Bibliothek nur unter Zuhilfenahme der Digitalisierung und E-Learning möglich. Denn die Verfügbarkeit von Kursen oder Lernmaterialien in unbegrenzter Zahl und rund um die Uhr sprengt die finanziellen und organisatorischen Möglichkeiten der analogen Welt. Somit kann der Einsatz des sehr populären E-Learnings auch als eine fundamentale Voraussetzung für das Lebenslange Lernen gelten.

## Präsidien und Verwaltung

Die Einführung des Lebenslangen Lernens bedeutet für Institutionen nicht einfach nur eine Anpassung „einiger Ausprägungen“ von Prüfungsordnungen, wie es im Rahmen des Bologna-Prozesses der Fall war. Vielmehr sind hier „völlig neue, flexible Kompetenzstrukturen und [...] Veränderungen des gesamten Bildungssystems“<sup>745</sup> gefordert. Die Veränderungserfordernisse, die auf die Präsidien und Verwaltungen von Hochschulen zukommen, sind also immens. Zwar sollten die Institutionen nach der Durchsetzung des Bologna-Prozesses nun einige Übung im Reformieren der eigenen Strukturen haben. Allerdings ist dabei auch klar geworden, dass unliebsame Veränderungen, z.B. aufgrund der Autonomie der Institutionen, in Frage gestellt, nicht oder verzögert umgesetzt werden. Ein Beispiel dafür können z.B. die TU9<sup>746</sup> sein, die das Studium zwar entsprechend des Bologna-Programms angepasst haben, aber nach dem Master-Abschluss nach wie vor Abschlüsse als „Dipl.-Ing.“ vergeben wollen (z.B. auf-

<sup>744</sup> Dohmen 1996, S. 80

<sup>745</sup> Alheit in Herzberg 2008, S. 23

<sup>746</sup> <http://www.tu9.de/>, abgerufen am 14.02.2013

grund der anerkannten „Marke/Qualität“ dieses Abschlusses im Ausland). Dieses Beispiel zeigt, dass es zu unerwarteten Komplikationen im Umsetzungsprozess kommen kann und diese nicht zu unterschätzen sind. Und das, obwohl „die Politik“ (auf Bundes- oder Landesebene) bereits entsprechend die Weichen gestellt hatte. Somit sind in den verschiedenen Hierarchiestufen (Ministerium, Präsidium, Fakultäten, Dekanate, etc.) bei der Weiterleitung und Implementierung einer Vorgabe Stockungen möglich, die den Veränderungsprozess negativ beeinflussen können. Ebenso bestehen natürlich auch noch allgemeine Innovationsbarrieren (vgl. VI.2.2.4), wie z.B. ungenügende finanzielle oder personelle Ressourcen. All dies zusammen genommen kann der Grund für Verzögerungen sein, die aus der Ferne manchmal als das Ergebnis einer „wenig agil arbeitenden Verwaltung“ bezeichnet werden.

Praktische Probleme ergeben sich bei der Umsetzung dann wohl vor allem im „normalen Betrieb“. Denn hier sind Verwaltungen „Servicedienstleister“, die lebenslange Lerner bei der Organisation ihres flexiblen Studiums unterstützen sollen. Unabhängig von den bisher nicht existierenden Strukturen (Curricula, Kurse, Flexibilität z.B. durch E-Learning-Angebote), können Verwaltungen, Studienbüros und Prüfungsämter diese Funktion nicht erfüllen – dazu fehlt bislang die fachliche Qualifikation, die technischen Rahmenbedingungen zur Verwaltung der Studierenden und der finanzielle Hintergrund zum Bereitstellen eines genügend großen Serviceteams. Das nächste große Problem ergibt sich bei der Installation der entsprechenden „flexiblen Studiengänge oder Weiterbildungsangebote“. Einerseits existieren dafür weder Rahmenpläne, Prüfungsordnungen, noch Lerninhalte. Andererseits „passen“ diese nötigen Kursformen nicht in den bestehenden Rahmen von Verwaltung und Curriculum an Hochschulen. So sind z.B. für Aufbaustudien oder Weiterbildungen im MINT-Bereich verstärkt andere Arten von Kursen notwendig, wie z.B. Laborarbeiten, Problem/Work-based-Projekte, Fachdiskussionen, etc., die im Sinne des Lebenslangen Lernens zeitlich und räumlich deutlich flexibler angeboten werden müssten, als dies heute der Fall ist.<sup>747</sup>

Grundsätzlich geht aus der allgemeinen Diskussion hervor, dass sich die Barrieren im Rahmen der Durchsetzung von Innovationen als schwerwiegender herausstellen könnten, als zuvor angenommen. Denn auch, wenn die Zielsetzung positive Effekte erwarten lässt, kann die Realität ernüchternd sein: „Nothing can be more frustrating than for faculty to develop a well-conceived and economically feasible plan for learning, only to find that their management systems are not designed to accommodate it“.<sup>748</sup>

---

<sup>747</sup> Vgl. Knapper, Cropley 2000, S. 87

<sup>748</sup> McCabe in Knapper, Cropley 2000, S. 88

## Lehrveranstaltungen und Lehrpersonal

In der Hochschulausbildung im Kontext des Lebenslangen Lernens müssen verschiedenste Lehr- und Lernaktivitäten berücksichtigt werden, deren Ausprägungen und Zielsetzungen sich von den heutigen unterscheiden. So sind aktuelle **Vorlesungen** z.B. darauf ausgelegt, Fakten in Form eines Präsenzunterrichts zu vermitteln. Allgemein wird kritisiert, dass bisherige Vorlesungen nicht dazu geeignet sind, das „Denken“ zu lehren: „If students are to learn to think, they must be placed in situations where they have to do so... The best way to learn to solve problems is to be given problems that have to be solved... If this thesis seems obvious common sense, it should be remembered that some people place faith in their lectures to stimulate thought and expect thinking skills to be absorbed, like some mystical vapours, from an academic atmosphere... Learning to think is not an absorption process”.<sup>749</sup> D.h., dass Vorlesungen, im Rahmen des Lebenslangen Lernens, Studierende mehr einbeziehen müssen, also in Richtung eines Seminars oder einer Projektarbeit angepasst werden müssten, sodass eine Art Fachgespräch oder -diskussion aufkommen kann. Dies würde allerdings erfordern, dass sich Studierende im Vorfeld thematisch darauf vorbereiten. Der Unterschied ist klar: Vom heutigen reinen „Konsumieren“, zum „aktiven Teilnehmen“.

Diese wichtige Eigenschaft muss in allen Bildungsmaßnahmen, die im Rahmen des Lebenslangen Lernens stattfinden, gefördert werden. Dies kann insbesondere im MINT-Bereich durch **Labor-Unterricht, Fachdiskussionen, Seminare, Team-Projekte**, etc. erreicht werden. Das Ziel dieser Arten von Lehrveranstaltung ist, die Studierenden dazu anzuregen, selbständiger zu arbeiten oder in Teams zu kooperieren. Die so entstehende Aus- und Weiterbildung wandelt ihre Ausrichtung dadurch einerseits auf die speziellen **Bedürfnisse der berufsbegleitenden Lerner** und andererseits auf jene der **Unternehmen** oder des Arbeitsmarkts. Zudem steigt der Praxisbezug deutlich. Denn ein großes **Problem der (berufsbegleitenden) Aus- und Weiterbildung** ist, dass die Absolventen in der Regel nicht direkt „im Job“ eingesetzt werden können, sondern wiederum eine Einarbeitungsphase notwendig wird, um die speziellen Prozesse und Gepflogenheiten der Stelle zu verinnerlichen: “Only a small fraction of an individual’s management techniques had been learnt in the classroom, and he estimated that perhaps 80 per cent of real learning came from contact with other people and on-the-job experience.”<sup>750</sup> D.h. Lebenslanges Lernen erfordert insbesondere ein engeres Zusammenrücken von Ausbildungsbetrieben und Unternehmen. Dies kann z.B. bedeuten, dass Curricula oder Vertiefungskurse einen deutlich stärkeren praktischen Charakter erhalten. Gleichwohl ist dies bei berufsbegleitenden Weiterbildungsmaßnahmen einfacher, da hier gezielt Inhalte für die Weiterbildung von eigenen Mitarbeitern von Unternehmen mitgestaltet werden könnten.

---

<sup>749</sup> Knapper, Cropley 2000, S. 74

<sup>750</sup> Kanpper, Cropley 2000, S. 77f

Natürlich sind für die dazu notwendigen Kooperationen vielfältige organisatorische, rechtliche und verwaltungstechnische Hürden zu meistern. Weiterhin sind auch Fragen zur Betreuung derartiger Angebote zu stellen, da im Idealfall Fachleute aus Firmen auch zu Autoren für Inhalte, zu Dozenten oder fachlichen Beratern werden (müssen).<sup>751</sup>

Insgesamt führt Lebenslanges Lernen dazu, dass sich zukünftig **neue Rollen für Ausbilder, Dozenten oder Tutoren** ergeben. „For example, in a system of lifelong education, teachers would be seen more as guides or helpers than as authoritative sources of all knowledge“.<sup>752</sup> Die Ausbilder sind also nicht nur die „Allwissenden“, die die Inhalte didaktisch aufbereiten und Studierende prüfen, sondern sie sorgen vor allem auch für das „Lernklima“ und sie dienen als Vorbilder. Sie müssen also Neugier und Leidenschaft zeigen und sie müssen natürlich das Lebenslange Lernen selber betreiben und vorleben.<sup>753</sup> Ebenso muss sich das Verhältnis von Studierenden und Professoren anpassen: Sie müssen mehr auf Augenhöhe agieren und (am besten unter gleichen Voraussetzungen) zusammenarbeiten. Insgesamt werden sie von „der Obrigkeit“ zu beratenden und erfahrenen Begleitern im flexibilisierten Studium und der berufsbegleitenden Weiterbildung. So zumindest sieht es der Plan des Lebenslangen Lernens vor – dass dies mit der Realität nichts zu tun hat, untermauert ein Blick auf das heutige Selbstverständnis einer Vielzahl von Dozenten und Professoren.

### Akademische Abschlüsse und Zertifikate

In einem Ausbildungssystem im Kontext des Lebenslangen Lernens kann auf Prüfungen und Zeugnisse keinesfalls verzichtet werden. Insbesondere ist ein solches „formales Dokument“, das die eigenen Lernerfolge festhält, für Studierende wichtig. Zeugnisse und Zertifikate können motivationssteigernd wirken und werden als „lohnenswert“ empfunden. Dies mag vor allem daran liegen, da sie für den Berufseinstieg, die Karriere, den Einstieg in höherwertige Jobs oder für Gehaltsverhandlungen obligatorisch sind.<sup>754</sup> Diesen Umstand beschreibt auch das nachfolgende Zitat: „Certificates, even of a relatively traditional kind, would continue to be important in a system of lifelong education. This is because a mechanism to certify that certain learning has occurred makes the knowledge ‘portable’. Without such certification, the danger exists that new knowledge and skills acquired in the course of lifelong learning would be negotiable only in the precise setting where the learning took place“.<sup>755</sup> Im Rahmen des Lebenslangen Lernens ist es allerdings problematisch, Zeugnisse oder Zertifikate für Wissen auszustellen, das nicht an traditionellen Institutionen erlangt wurde. Dies könnten z.B. durch

---

<sup>751</sup> Vgl. Knapper, Cropley 2000, S. 81

<sup>752</sup> Knapper, Cropley 2000, S. 81

<sup>753</sup> Vgl. Knapper, Cropley 2000, S. 81

<sup>754</sup> Vgl. Knapper, Cropley 2000, S. 84

<sup>755</sup> Knapper, Cropley 2000, S. 83

informelles Lernen gewonnene Fertigkeiten im Rahmen von Maßnahmen wie „Training-on-the-job“ oder „Peer-Learning“ bei berufsbegleitenden Weiterbildungen sein. Zwar soll genau dies durch Programme wie EQF geschehen, allerdings sind diese noch nicht erprobt, wenig verbreitet und auch nicht flächendeckend anerkannt (vgl. VI.2.2.3.2).

#### **VI.2.2.5. Vielfältige „Anbieter“ auf dem (Weiter-) Bildungsmarkt**

Neben den institutionellen Lehrangeboten, die in Deutschland überwiegend von staatlichen Schulen, Hochschulen und (Technischen) Universitäten betrieben werden<sup>756</sup>, gibt es noch eine Vielzahl anderer „Anbieter“ auf dem Bildungsmarkt. Diese können zunächst unterschieden werden in solche, die akkreditiert/zertifiziert sind, also anerkannte (akademische) Abschlüsse vergeben dürfen, und in solche, die dieses Recht nicht haben. Da in Deutschland eine Schulpflicht Minderjähriger besteht, sind im Schulsektor nahezu alle Angebote – ob staatlich oder privat (z.B. spezielle Eliteschulen nach US-Amerikanischem Vorbild oder Ersatzschulen wie „Waldorf-“ oder „Montessorischulen“) – voll anerkannt und akkreditiert.

Für Berufs- oder anderweitige höhere Ausbildungen hingegen ist der „Bildungsmarkt“ weit aus heterogener, denn hier gibt es neben den staatlichen, bzw. staatlich anerkannten (Berufsschulen, Hochschulen, Universitäten und im Bereich der Quartären Bildung die Volkshochschulen), eben auch eine Vielzahl von Anbietern, die nicht unbedingt staatlich akkreditiert oder zertifiziert sind und somit keine anerkannten Abschlüsse vergeben dürfen.<sup>757</sup> Die staatliche Akkreditierung, bzw. Zertifizierung, dient hier als Qualitätsmerkmal, andere Einrichtungen vergeben eigene „Zertifikate“ (z.B. Zertifikate in der IT-Weiterbildung<sup>758</sup>) als Leistungsnachweis.

Für das Lebenslange Lernen sind natürlich all diese Einrichtungen (ob staatlich oder privat, zertifiziert und akkreditiert oder nicht) von Interesse: So bietet sich durch die Kombination dieser Institutionen die Möglichkeit, zu jedem Zeitpunkt des Lebens an Bildungsangeboten teilzunehmen und zu lernen.<sup>759</sup> Dies gilt insbesondere für den Bereich der Quartären Bildung, zu der auch die berufsbegleitende Weiterbildung zählt und für die es verschiedene, z.B. firmeninterne, Weiterbildungsstätten gibt. Einige davon sollen hier vorgestellt werden, da sie in einem freien Bildungsmarkt, bei dem für Aus- und Weiterbildung bezahlt wird, teilweise als Konkurrenten zu den klassischen Lehranstalten auftreten.

<sup>756</sup> Wie z.B. das Angebot der Universität Hamburg zur (berufsbegleitenden) wissenschaftlichen Weiterbildung, <http://www.aww.uni-hamburg.de/>, abgerufen am 01.04.2013

<sup>757</sup> Vgl. Sauter 1997, S. 19

<sup>758</sup> Vgl. [http://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_der\\_IT-Zertifikate](http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_IT-Zertifikate), abgerufen am 02.10.2012

<sup>759</sup> Vgl. Knapper, Cropley 2000, S. 86

#### **VI.2.2.5.1. Herausforderung für Hochschulen und Universitäten**

Zukünftig werden die Zahl der Immatrikulationen für das Erststudium, und somit die Studierendenzahlen insgesamt, eher abnehmen (vgl. VI.2.2.4.1). Um dennoch ausgelastet zu sein, müssen sich Hochschulen und Universitäten neue „Geschäftsfelder“, wie z.B. die professionellen, berufsbegleitenden Weiterbildungen, erschließen, dafür aber zunächst lernen, etwas betriebswirtschaftlicher zu denken. Derzeit besetzen Hochschulen in der höheren Bildung die Spitzenposition als Anbieter auf dem „Bildungsmarkt“ und sehen dies überwiegend als selbstverständlich an. Da die Zahl der Mitbewerber im lukrativen Geschäft mit der Bildung aber stetig steigt und vielfältiger wird (vgl. VI.2.2.5.2), müssen Hochschulen nun auch kommunizieren, dass sie einerseits für die berufsbegleitende Weiterbildung offen sind und andererseits, dass sie dafür die „erste Wahl“ sind. Dafür müssen Hochschulen lernen, ihre Kernkompetenzen und Alleinstellungsmerkmale konsequent auszuspielen. Dazu ist zunächst eher ein handlungsfähiges Management, denn eine träge Verwaltung nötig. Doch in vielen Hochschulen sind ohnehin gerade „Verschlankungsinitiativen“ im Gange, die diese Thematik aufgreifen werden. Sobald ein Verständnis dafür geboren ist, dass (zukünftig) auch Hochschulen aktiver um Studierende (z.B. in Form von Lernern in beruflichen Weiterbildungen) werben müssen, können, neben der Schärfung des wissenschaftlichen und thematischen Profils in Bezug auf angestrebte Weiterbildungsschwerpunkte, vor allem Alleinstellungsmerkmale kommuniziert werden.

Einige Beispiele dafür sind:

- „Wissenschaftlichkeit
- Interdisziplinarität
- Verleihung von Hochschulgraden (inklusive weiterführender Promotionsmöglichkeit)
- Einbindung von Studienarbeiten in Forschung und Entwicklung
- Forschungsinfrastruktur“<sup>760</sup>

Eine derartige Maßnahme könnte die Aufmerksamkeit auf Hochschulen zumindest erhöhen. Die berufsbegleitende Weiterbildung im Rahmen des Lebenslangen Lernens erfordert allerdings noch deutlich mehr: Primär müssen Teilzeitprogramme für das flexible Erlernen modular aufbereiteter Inhalte ermöglicht werden, die speziell zur Festigung der – auch im Firmenkontext gewünschten – Kompetenzen ausgelegt sind: „lifelong learners usually will not be interested to enroll in traditional programs with the goal to achieve traditional degrees: The learners have short-term educational needs, which perhaps fit neither to the programs nor to the degrees traditional institutions are offering.“<sup>761</sup> Neben den Lernern an sich ist für eine er-

---

<sup>760</sup> Vgl. Meyer-Guckel et al. 2008, S. 34

<sup>761</sup> Finke 2000, S. 54

folgreiche „Vermarktung“ der eigenen Angebote vor allem eine Berücksichtigung der Anforderungen von Unternehmen wichtig. Denn diese werden Arbeitnehmer zur Erlangung fachbezogener Kenntnisse an die Universitäten entsenden und erwarten, dass sich die Inhalte an praxisnahen (oder firmenrelevanten) Fragestellungen und Problemen orientieren. Wie dies geschehen kann, wird im konzeptuellen Rahmenwerk in den Abschnitten III.4 und III.4.4 beschrieben.

Es fällt schnell auf, dass für die Ausrichtung der Hochschulen in Richtung der Weiterbildung oder des Lebenslangen Lernens viele Veränderungen notwendig wären, da die o.a. „Wünsche“ derzeit kaum erfüllbar sind. Aber warum lohnt sich dieser Aufwand für Hochschulen? Die folgende Liste zeigt einige Nachteile für Hochschulen, wenn sie sich der quartären Bildung verschließen:

- „Es wird auf die Möglichkeit der finanziellen Diversifizierung und damit auf eine Absicherung gegen Risiken teilweise verzichtet
- Es wird auf eine der wesentlichen Handlungsoptionen für die zukünftig sinkenden Studienzahlen verzichtet
- Es wird einer wichtigen gesellschaftlichen Aufgabe nicht nachgekommen
- Es wird auf wichtige Chancen in Forschung und Lehre verzichtet, die im wechselseitigen Lernprozess zwischen Hochschulen und Unternehmen stecken
- Es wird auf die Chance zum Aufbau von Unternehmenskontakten mit der Perspektive der positiven Ausstrahlungseffekte auf Forschung, Career Service, etc. verzichtet.“<sup>762</sup>

Eine zumindest teilweise Öffnung der Hochschulen für derartige Weiterbildungsangebote ist langfristig zu erwarten. Allerdings wird diese kurz- und mittelfristig wohl kaum das hier vorgestellte Maß erreichen. Ob dies dafür sorgen kann, dass Hochschulen ihr „Bildungsmonopol“ verlieren werden, ist ungewiss. Sicher ist aber, dass die „Weiterbildungswilligen“ Arbeitnehmer einen Ort für die berufsbegleitende Aneignung von weiteren Kenntnissen finden werden – der „Bildungsmarkt ist reich an Mitbewerbern“.

#### **VI.2.2.5.2. Mitbewerber am (Weiter-) Bildungsmarkt**

Welche Mitbewerber im Vergleich zu Universitäten können das sein, wenn davon ausgegangen wird, dass es sich bei dem „Markt“ hier nur um diejenigen Unternehmen handelt, die ihre Weiterbildung derzeit intern durchführen (wie z.B. die Vielzahl der KMUs) und das auch so beibehalten wollen? Primär wird es sich also um mittlere bis große, vielleicht global operierende, Unternehmen handeln (mit durchschnittlich mehr als 500 Beschäftigten<sup>763</sup>), Beispiele

<sup>762</sup> Meyer-Gucker et al. 2008, S. 34

<sup>763</sup> Vgl. [http://de.wikipedia.org/wiki/Kleine\\_und\\_mittlere\\_Unternehmen#Definitionen](http://de.wikipedia.org/wiki/Kleine_und_mittlere_Unternehmen#Definitionen), abgerufen am 15.10.2012



dafür könnten z.B. Airbus, Lufthansa Technik, Deutsche Bahn, Siemens, sämtliche Automobilhersteller und Zulieferer und andere sein. Gerade in diesen großen Firmen ist die Weiterbildung im Rahmen der Personalentwicklung als ein wichtiges Instrument zur Sicherung der Produktivität erkannt worden und es sind entsprechende Bildungsbudgets vorhanden. Daraus ergeben sich aber auch Begleiterscheinungen wie der Wunsch nach einer auf das eigene Anforderungsprofil geschärften Weiterbildungsmaßnahme und die Erkenntnis, dass dies die externe Weiterbildung kaum bieten kann, die zudem auch einen nicht zu vernachlässigenden Kostenfaktor darstellt.<sup>764</sup>

Einige Firmen setzen daher auf eine „in-house“-Lösung, die sog. **Corporate University**. Diese wird im Allgemeinen so beschrieben: “A corporate university can be defined as ‘an educational institution that offers one or more accredited academic degree programs, and which is a wholly owned subsidiary of a parent corporation whose core business is not education’”<sup>765</sup> Zudem weisen Corporate Universities folgende Eigenschaften auf:<sup>766</sup>

- sind komplett in Firmenbesitz, sind stark an Firmenkultur und strategische Unternehmensziele gebunden
- basieren teilweise (komplett) auf E-Learning und werden in diesem Fall auch als „Virtual Corporate Universities“ bezeichnet
- Studium bzw. Aus- und Weiterbildung finden projektbegleitend statt (praxisnahe, Orientierung an internem Firmenwissen, kein allgemeines Studium)
- Selbststudium zur Weiterbildung, das durch einen organisatorischen Rahmen des Unternehmens eingeschränkt wird.
- Bildung eines In-House Expertennetzwerks, teilweise als interne „Kaderschmiede“ oder Business School

In manchen Fällen bieten Corporate Universities auch Ausbildungsdienstleistungen auf dem freien Markt an oder streben sogar eine eigene Akkreditierung an, um dann neben Zertifikaten selbst akademische Abschlüsse, wie z.B. „Bachelor, Master, Diplom“, vergeben zu können. Beispiele für die Ausrichtung von Corporate Universities zeigt die folgende Tabelle 55:

Name	Beschreibung
AutoUni Wolfsburg (VW)	Aus- und Weiterbildung, Qualifizierungsmaßnahmen für Mitarbeiter – teilweise in Kooperation mit anderen Hochschulen
Daimler-Chrysler	War als interne, elitäre Kaderschmiede, als strategisches Bindeglied für Zusammenarbeit beider Konzerne geplant
Motorola	Charakter einer unternehmensinternen „Volkshochschule“ zur allgemeinen und speziellen Wei-

<sup>764</sup> Vgl. Seufert 2005, S. 42ff

<sup>765</sup> Finke, 2000, S. 53

<sup>766</sup> Vgl. Macpherson 2005, S. 33ff

	terbildung
Bertelsmann-Uni	Innovations- und kulturstimulierende Kontaktbörse zur Homogenisierung der Unternehmenskultur
Viele weitere...	

**Tabelle 55: Beispiele für Ausprägungen einiger "Corporate Universities"**<sup>767</sup>

Einer der wichtigsten Unterschiede zwischen Hochschulen und firmeneigenen Hochschulen ist aber wohl, dass Lerner in Letzteren kaum den Anspruch haben (werden), ein volles Studium zu absolvieren, traditionell Grundlagen zu lernen oder Abschlüsse zu erwerben. Vielmehr orientieren sich berufsbegleitende Lerner auf die Praxisnähe der Ausbildung und die Nutzbarkeit der Lernergebnisse zum Erreichen neuer Kompetenzstufen, die in ihrem komplexen Arbeitsumfeld (karrieretechnisch) genutzt werden können.<sup>768</sup>

Eine andere Art von Aus- und Weiterbildungsinstitutionen stellen **Virtual Universities** (auch E-University oder E-Campus) dar, die eine Form der Universität beschreibt, welche rein auf internetbasierter Hochschullehre basiert. Somit kann sie als eine komplette Umsetzung des E-Learning-Gedankens, bezogen auf eine Hochschule oder Universität, angesehen werden. In Deutschland gibt es einige Bestrebungen in dieser Richtung, die teilweise als Kooperation verschiedener Hochschulen Lehrangebote über das Internet verbreiten (z.B. Virtuelle Fachhochschule)<sup>769</sup> oder einzelne Institutionen, welche den kompletten Lehrbetrieb virtuell durchführen oder ihr E-Learning-Angebot auf diese Weise organisieren und einzeln vermarkten wollen.<sup>770</sup> Ein ähnliches Konzept – ohne allerdings komplett auf E-Learning zu setzen – bieten auch **Fernuniversitäten**<sup>771</sup> an. Zudem gibt es in Deutschland eine Vielzahl **privater (Berufs-) Akademien**, die auch vor allem Zertifikate oder staatlich geprüfte Abschlüsse in verschiedenen Disziplinen anbieten.

Bezogen auf die berufsbegleitende Weiterbildung (vorwiegend im quartären Bildungsbereich) nehmen **Volkshochschulen** eine wichtige Position in Deutschland ein. Diese existieren schon seit rund 1900 und sind seitdem in vielen Städten als eigenständige Organisationen anzutreffen. In der Regel bieten sie ein thematisch vielfältiges Angebot, sind aber vor allem für die (privat motivierte) Weiterbildung ausgelegt und bieten nur teilweise Zertifikate als Dokumentation des Lernerfolgs. Durch die weite Verbreitung und langjährige Verankerung der Volkshochschulen in Deutschland, wird ihnen eine immense Beteiligung an der Umsetzung im Rahmen des Lebenslangen Lernens vorausgesagt.

<sup>767</sup> Eigene Darstellung. Vgl. auch [http://de.wikipedia.org/wiki/Corporate\\_University](http://de.wikipedia.org/wiki/Corporate_University), abgerufen am 14.10.2012

<sup>768</sup> Finke 2000, S. 54

<sup>769</sup> Virtuelle Fachhochschule, <http://www.vfh.de/>, abgerufen am 24.07.2012

<sup>770</sup> [http://www.uni-muenchen.de/forschung/service/wiss\\_transfer/virtuellehochschule/index.html](http://www.uni-muenchen.de/forschung/service/wiss_transfer/virtuellehochschule/index.html), abgerufen am 24.07.2012

<sup>771</sup> Z.B. die Fernuniversität Hagen: <http://www.fernuni-hagen.de>, angerufen am 19.06.2012

In den USA und im europäischen Ausland existieren zudem seit einigen Jahren sog. **Third Age Universities** (Organisation „University of the Third Age“<sup>772</sup>), die sich vor allem auf ein Angebot für Senioren oder Rentner spezialisiert haben. Diese haben weniger die gezielte Weiterbildung für berufliche Zwecke zum Ziel, sondern eher das Studium aus Interesse oder als Maßnahme gegen die Isolation im Alter durch gemeinsame Aktivitäten. Zumeist sind diese Programme an reale Universitäten geknüpft. In Deutschland gibt es dieses Programm nicht, hier können Senioren in vielen Hochschulen und Universitäten als „Kontaktstudenten“ an (einigen) regulären Lehrveranstaltungen teilnehmen.<sup>773</sup>

Es kann also zusammengefasst werden, dass Bildungsinstitutionen im Rahmen des Lebenslangen Lernens sehr vielfältig sein können (und werden) – eine Auswahl hat der vorangegangene Abschnitt gezeigt. Insgesamt fällt dabei auf, dass Bildung schnell zu einer „Ware“ wird, für die ein „Bildungsmarkt“ existiert. Aus der Sicht der Hochschulen und Universitäten wird es also wichtig, nicht auf ihrer aktuellen Stellung innerhalb des Bildungssystems zu verharren. Vielmehr muss das Profil geschärft werden, um zukünftig sinkenden Studierendenzahlen entgegenzuwirken und diese durch das Angebot spezialisierter, berufsbegleitender Weiterbildungsangebote zu kompensieren.

### VI.2.3.Chancen für den MINT-Bereich durch Lebenslanges Lernen

Das Lebenslange Lernen ist ein Paradigma, das vielfältige Veränderungen für Aus- und Weiterbildungsinstitutionen bedeutet und eine Durchdringung des kompletten Lebenslaufs mit Lernen zum Ziel hat. „Wenn alle Arbeitsplätze und gesellschaftlichen Einrichtungen mehr oder weniger auch zu Lernorten in einem umfassenderen Lern-Netzwerk für ein Lebenslanges Lernen werden, dann entwickeln sich neue, fruchtbare Verbindungen von Arbeit und Lernen, Freizeit und Lernen, Mediennutzung und Lernen, Bürgerengagement und Lernen, Krankheit und Lernen, Spielen und Lernen, etc.“<sup>774</sup> Zur Formierung eines solchen Systems wird beim Lebenslangen Lernen zunehmend auf neue Lernformen, Techniken und Werkzeuge gesetzt, „wie dem informellen und selbstgesteuerten Lernen [vgl. VI.2.2.2.1], auf Lernzugänge durch Kreditierung und Zertifizierung [vgl. VI.2.2.3], auf die Verbesserung der Bildungspraxis in Lerneinrichtungen durch Qualitätsmanagement [vgl. III.10], Vernetzung und Angleichung mittels Internationalisierung sowie auf finanzielle Förderung.“<sup>775</sup>

---

<sup>772</sup> <http://www.u3a.org.uk/>, 22.01.2013

<sup>773</sup> Vgl. dazu z.B. die Angebote der Universität Hamburg, <http://www.aww.uni-hamburg.de/kse.html>, abgerufen am 20.03.2013

<sup>774</sup> Dohmen 1996, S. 31

<sup>775</sup> Kuhlenkamp 2010, S. 90

Für den universitären Betrieb bieten sich durch diese Anpassung auch neue Chancen für die Aus- und Weiterbildung, da ohnehin bestehende („bewährte“) Strukturen und Vorgehensweisen angepasst werden müssen. Z.B. können bereits Schüler – eigenes Interesse und Leistungen vorausgesetzt – in den Studienbetrieb eingebunden werden. Partnerprogramme mit Schulen und deren MINT-Fächern/-Initiativen helfen Zugangsbarrieren abzubauen und mit interessanten Facetten bereits Jüngere anzulocken. Durch spezielle Gruppen nur für weibliche Teilnehmerinnen/Mädchen, können zudem die derzeit eher geringen weiblichen Beginnerquoten angehoben werden. Damit dies aber wirklich funktioniert, muss bei der Konzipierung der Programme und der Erstellung der Lerninhalte auch über eine gendersensitive Mediendidaktik nachgedacht werden, die speziell (technische, psychologische und soziale) Zugangsbarrieren abmildert bzw. abbaut.<sup>776</sup> Auf diese Weise können Studierenden- und Absolventenzahlen erhöht oder zumindest gefestigt werden.

### VI.3. Details zum E-Learning-Prototyp „Technische Informatik Online“

Hier sind weitere Detailinformationen zum E-Learning-Prototyp „Technische Informatik Online“ und zusätzliche visuelle Eindrücke angefügt.

#### VI.3.1.XML4TIO

Die XML-Struktur „XML4TIO“ ist die Grundlage zur Speicherung der Lerninhalte im TIO-Single-Source-Prozess. Zum besseren Verständnis dieser Speicherstruktur sind in den beiden folgenden Abschnitten Informationen zum „Innenleben“ dieser beigefügt: Einerseits der aktuelle Umfang an Auszeichnungselementen und andererseits das XML-Schema an sich.

Die hier angegebene XML-Struktur befindet sich auf Stand des 25.05.2013.

##### VI.3.1.1. Umfang an Auszeichnungselementen

XML-Tag	XML-Tag/Attribute	XML-Tag/Attribute	Version
Module – <b>Verwaltungsinformationen</b>			0.6.0
	1 title 1...n author (Herkunft) 1...n section (Gliederungsebenen)		0.6.0
title (mixed content model) – <b>Informationen bezogen auf den Inhalt des Moduls</b>			0.6.0
	0...n abbreviation emphasize footnote index reference		0.6.0
author (ließe sich ggf. noch einkürzen)			0.6.0
	1 firstname 1 surname		0.6.0

<sup>776</sup> Vgl. Schinzel 2001, S. 9

	0...1 title 0...1 institution 0...1 email 0...1 web		
section (mit Angabe der Schachtelungstiefe) – <b>eine Gliederungsebene</b>			0.6.0
	0...1 title 0...1 author 1...n definition		0.6.0
		description emphasize example image iotest (yes/no, dragndrop, essay, fillblanc, imagechoice, multiplechoice) list math (proof, lemma, formula) media (animation, applet, scene3d, sound, video, experiment) quotation reference (intern und extern, bzw. Literaturangabe) remark sourcecode table 0...1 title 0...1 annotation 0...n row 0...n cell task tag (für Stichwortregister) text pu (Presentation Unit)	0.6.0
pu (Presentation Unit) – <b>eine Untereinheit für die Darstellung</b>			0.6.0
	0...1 title 0...n <contentblock> 0...n <task collection>		0.6.0

Tabelle 56: Grundeigenschaften des Speicherformats „XML4TIO“<sup>777</sup>

### VI.3.1.2. XML4TIO – die XSD-Spezifikation

Die hier angefügte Version 0.6.0 von XML4TIO entspricht dem Stand vom 25.05.2013. Die jeweils aktuellste Version der Spezifikation findet sich unter:

<http://www.ti-online.org/XML4TIO>

#### „xml4tio\_v0.6.0Container.xsd“

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" attributeFormDefault="unqualified"
  elementFormDefault="qualified"
  targetNamespace="http://www.ti-online.org/XML4TIO/V0.6.0/Container"
  xmlns="http://www.ti-online.org/XML4TIO/V0.6.0/Container">
  <xs:element name="container">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element ref="abstract" maxOccurs="1" minOccurs="0"/>
        <xs:element ref="module" maxOccurs="unbounded" minOccurs="0"/>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:schema>
```

<sup>777</sup> Eigene Darstellung.

```

        </xs:sequence>
        <xs:attribute name="category" use="optional" type="xs:string"/>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="module">
    <xs:complexType>
        <xs:choice maxOccurs="unbounded" minOccurs="0">
            <xs:element maxOccurs="1" minOccurs="1" ref="content"/>
            <xs:element maxOccurs="1" minOccurs="1" ref="file"/>
        </xs:choice>
        <xs:attributeGroup ref="urnLocation"/>
        <xs:attribute default="false" name="isRoot" type="xs:boolean"/>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="abstract" type="xs:string">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>A short abstract of what this course is about</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="file">
    <xs:complexType>
        <xs:attributeGroup ref="urnLocation"/>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:simpleType name="tiouri">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>A URI to a xml4tio content</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:restriction base="xs:anyURI">
        <xs:pattern value="urn:xml4tio:.*"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:element name="content">
    <xs:complexType>
        <xs:attribute name="urn" type="tiouri"/>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:attributeGroup name="urnLocation">
    <xs:attribute name="urn" type="tiouri"/>
    <xs:attribute name="location" type="xs:anyURI"/>
</xs:attributeGroup>
</xs:schema>

```

## „xml4tio\_v0.6.0Module.xsd“

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    xmlns:mml="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"
    targetNamespace="http://www.ti-online.org/XML4TIO/V0.6.0/Module" elementFormDefault="qualified"
    attributeFormDefault="unqualified" xmlns="http://www.ti-online.org/XML4TIO/V0.6.0/Module">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation xml:lang="en">
            A simple schema for
            creating E-Learning-content
        </xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <!--GLOBAL ELEMENTS -->
    <xs:element name="module">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>This element initiates structured contents of a
                module.
            </xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
            <xs:sequence>
                <xs:element ref="title"/>
                <xs:element maxOccurs="unbounded" minOccurs="1" ref="author"/>
                <xs:element ref="bibliography" maxOccurs="1" minOccurs="0"/>
                <xs:element ref="section" maxOccurs="1"/>
                <xs:any namespace="##other" processContents="skip" minOccurs="0"
                    maxOccurs="unbounded"/>
            </xs:sequence>
        </xs:complexType>
    </xs:element>

```

```

        <xs:attribute name="proficiency" type="proficiencyType" use="required"
fixed="all"/>
        <xs:attribute name="id" type="xs:ID" use="required">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>The ID element of a module can be referred to
                    with the URN: urn:xml4tio:{@ID}
                </xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:attribute>
        <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="bibliography">
    <xs:complexType>
        <xs:sequence>
            <xs:element ref="source" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
            <xs:any namespace="##other" processContents="skip" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded"/>
        </xs:sequence>
        <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="section">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>A section is comparable with a book's chapter,
            subchapter etc.
        </xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:complexType>
        <xs:sequence>
            <xs:group ref="optional-author-title"/>
            <xs:element ref="pu" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
            <xs:element ref="section" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
            <xs:any namespace="##other" processContents="skip" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded"/>
        </xs:sequence>
        <xs:attributeGroup ref="id-include-oo"/>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="pu">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>A presentation unit encapsulates content-elements,
            which should be placed together.
        </xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:complexType>
        <xs:sequence>
            <xs:group ref="optional-author-title"/>
            <xs:group ref="content-element" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
        </xs:sequence>
        <xs:attributeGroup ref="id-include-oo"/>
        <xs:attributeGroup ref="scaling-o"/>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="title" type="text-baseType">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The Title contains the caption of a
            section/pu/definition or anything that references this element.
        </xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="author" type="person">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The Author of this module/section/pu
        </xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:element>
<!------>
<!--GLOBAL ELEMENTS / content-element -->

<xs:element name="axiom" type="content-elementType">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Content is the container of any text that does not
            have any semantical meaning.
        </xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="result" type="content-elementType">

```

```

        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Content is the container of any text that does not
                have any semantical meaning.
            </xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="conclusion" type="content-elementType">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Content is the container of any text that does not
                have any semantical meaning.
            </xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="equation" type="content-elementType">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Content is the container of any text that does not
                have any semantical meaning.
            </xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="comment" type="content-elementType">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Content is the container of any text that does not
                have any semantical meaning.
            </xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="content" type="content-elementType">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Content is the container of any text that does not
                have any semantical meaning.
            </xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="definition" type="content-elementType">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>A definition contains a definition.
            </xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="lemma" type="content-elementType">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>A lemma contains a lemma</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="theorem" type="content-elementType">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>A theorem contains a theorem</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="proof" type="content-elementType">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>A proof for a hypothesis.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="description" type="content-elementType">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Contains a description of a specific item. For
                example it could be talked about the functionality of a circuit.
            </xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="example" type="content-elementType">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Contains an example that gives an insight into how
                something discussed before could be applied to a real world usage,
                for example.
            </xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="quotation">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Contains a quote from someone</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
            <xs:complexContent>
                <xs:extension base="content-elementType">
                    <xs:sequence>

```



```

        <xs:element minOccurs="0" ref="source"/>
    </xs:sequence>
</xs:extension>
</xs:complexContent>
</xs:complexType>
</xs:element>
<!------>
<!--GLOBAL ELEMENTS / content -->
<xs:element name="param">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>A parameter is used for applets to pass arguments
            to it
        </xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:complexType>
        <xs:attribute name="name" type="xs:token" use="required"/>
        <xs:attribute name="value" type="xs:string" use="optional"/>
        <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="media">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>A media item is basically everything but an applet.
            It can contain all kind of media that are available as type.
        </xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:complexType>
        <xs:sequence>
            <xs:element maxOccurs="unbounded" minOccurs="0" ref="param"/>
            <xs:element minOccurs="0" ref="annotation"/>
            <xs:element minOccurs="0" ref="imageseq"/>
            <xs:any namespace="##other" processContents="skip" minOccurs="0"
                maxOccurs="unbounded"/>
        </xs:sequence>
        <xs:attribute name="uri" type="tiouri" use="required">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>A media urn refers to a xml4tio file via the
                    URN:
                    urn:xml4tio:{@/media/id}:file:FILENAME
                    This urn must be
                    declared in the File.xml with a phsyical location
                </xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:attribute>
        <xs:attribute name="type" type="mediaType" use="required"/>
        <xs:attribute name="border" type="xs:boolean" use="optional" default="false"/>
        <xs:attribute name="larger" type="tiouri" use="optional"/>
        <xs:attributeGroup ref="id-o"/>
        <xs:attributeGroup ref="scaling-o"/>
        <xs:attributeGroup ref="height-width-oo"/>
        <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="imageseq">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>contains a sequence of images</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:complexType>
        <xs:sequence>
            <xs:element ref="media" maxOccurs="unbounded"/>
            <xs:any namespace="##other" processContents="skip" minOccurs="0"
                maxOccurs="unbounded"/>
        </xs:sequence>
        <xs:attributeGroup ref="id-include-oo"/>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="math">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>Math can contain MathML formulae</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:complexType>
        <xs:sequence>
            <xs:element minOccurs="0" ref="annotation"/>
            <xs:any namespace="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"
                processContents="strict">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Obwohl hierdurch explizit genau ein
                        Element aus

```

```

dem MathML-NS verlangt wird, erlaubt der XMLSpy-
Validator auch
gar
kein Element anzugeben, also das math-Element
leer zu lassen.
    </xs:documentation>
  </xs:annotation>
</xs:any>
</xs:sequence>
<xs:attributeGroup ref="id-include-oo"/>
<xs:attributeGroup ref="scaling-o"/>
</xs:complexType>
</xs:element>

<xs:element name="sourcecode">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>Within text, sourcecode can be used to designate some
      text as source code.
    </xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:complexType mixed="true">
    <xs:sequence>
      <xs:element minOccurs="0" ref="title"/>
      <xs:element minOccurs="0" ref="annotation"/>
      <xs:any namespace="##other" processContents="skip" minOccurs="0"/>
    </xs:sequence>
    <xs:attributeGroup ref="id-include-oo"/>
    <xs:attributeGroup ref="scaling-o"/>
  </xs:complexType>
</xs:element>

<xs:element name="text">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>Contains the text</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:complexType>
    <xs:complexContent>
      <xs:extension base="textType">
        <xs:attributeGroup ref="id-include-oo"/>
        <xs:attributeGroup ref="scaling-o"/>
      </xs:extension>
    </xs:complexContent>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<!-->
<!--GLOBAL ELEMENTS / structure -->
<xs:element name="list">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>Contains content that should be presented as a list
    </xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element minOccurs="0" ref="title"/>
      <xs:element minOccurs="0" ref="annotation"/>
      <xs:element maxOccurs="unbounded" minOccurs="0" ref="litem"/>
      <xs:any namespace="##other" processContents="skip" minOccurs="0"
        maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="ordered" type="orderedType" use="optional" default="no">
      <xs:annotation>
        <xs:documentation>Ordered lists are preceeded with numbers in
          stead
            of bullet points
        </xs:documentation>
      </xs:annotation>
    </xs:attribute>
    <xs:attributeGroup ref="id-include-oo"/>
    <xs:attributeGroup ref="scaling-o"/>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="litem">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>Contains items of a list</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element minOccurs="0" ref="title"/>
      <xs:group ref="content-structure" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>

```

```

        </xs:sequence>
        <xs:attribute name="type" use="optional" default="normal" type="listItemType">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Defines the way the bullet points look like
            </xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:attribute>
        <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="table">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>A table of things</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:complexType>
        <xs:sequence>
            <xs:element minOccurs="0" ref="title"/>
            <xs:element minOccurs="0" ref="annotation"/>
            <xs:element maxOccurs="unbounded" minOccurs="0" ref="row"/>
            <xs:any namespace="##other" processContents="skip" minOccurs="0"
                maxOccurs="unbounded"/>
        </xs:sequence>
        <xs:attributeGroup ref="id-include-oo"/>
        <xs:attributeGroup ref="scaling-o"/>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="row">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>A row within a table</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:complexType>
        <xs:sequence>
            <xs:element ref="cell" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
            <xs:any namespace="##other" processContents="skip" minOccurs="0"
                maxOccurs="unbounded"/>
        </xs:sequence>
        <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="cell">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>A cell within a row of a table</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:complexType>
        <xs:group ref="content-structure" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
        <!-- I guess these are for spans -->
        <xs:attribute name="rows" type="xs:unsignedShort" use="optional" default="1">
            <xs:attribute name="cols" type="xs:unsignedShort" use="optional" default="1"/>
            <xs:attribute name="header" use="optional" default="none" type="cellHeaderType"/>
            <xs:attributeGroup ref="id-include-oo"/>
        </xs:complexType>
    </xs:element>
<!--ELEMENT GROUPS -->
<!--COMPLEX TYPES -->
<xs:element name="annotation" type="contentType">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>A description that is attached to an item
    </xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="source" type="referrableType">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The source of a quotation</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="footnote">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>A footnote that is attached to text and should be
            display at the bottom of the presentation unit
        </xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:complexType mixed="true">
        <xs:group ref="text-base" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
        <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
    </xs:complexType>

```

```

</xs:element>
<xs:element name="reference">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>A reference to either a media, or another content
      node. Can point to another document
    </xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:complexType mixed="true">
    <xs:attribute name="href" type="tiouri" use="required"/>
    <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="person" type="referrableType">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>A person</xs:documentation>
  </xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="index" type="referrableType">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>A text entry that should be placed into the index.
      The contents of this index are not rendered
    </xs:documentation>
  </xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="gloss" type="referrableType">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>A text entry that should be placed in the glossar
    </xs:documentation>
  </xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="cite" type="referrableType">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>A citation of a source</xs:documentation>
  </xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="abbreviation" type="referrableType">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>An abbreviation</xs:documentation>
  </xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="emph">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>Emphasises a text</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:complexType>
    <xs:simpleContent>
      <xs:extension base="xs:string">
        <xs:attribute name="type" use="required" type="emphasisType"/>
        <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
      </xs:extension>
    </xs:simpleContent>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="multiplechoice">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>A quiz where multiple answers are presented and one
      of it is correct. This is for the learners feedback only.
    </xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element maxOccurs="1" minOccurs="1" ref="question"/>
      <xs:sequence>
        <xs:element maxOccurs="unbounded" ref="choice"/>
        <xs:any namespace="##other" processContents="skip" minOccurs="0"
          maxOccurs="unbounded"/>
      </xs:sequence>
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="correctanswer" type="xs:positiveInteger" use="required"/>
    <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="question" type="text-structureType">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>The question itself</xs:documentation>
  </xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="choice">

```

```

<xs:annotation>
  <xs:documentation>A possible choice that the learner can choose from
</xs:documentation>
</xs:annotation>
<xs:complexType>
  <xs:sequence>
    <xs:element ref="answer"/>
    <xs:element maxOccurs="1" minOccurs="0" ref="explanation"/>
    <xs:any namespace="##other" processContents="skip" minOccurs="0"
      maxOccurs="unbounded"/>
  </xs:sequence>
  <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="answer" type="text-structureType">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>A possible answer</xs:documentation>
  </xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="explanation" type="text-structureType">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>An explanation why this particular answer is either
      correct or incorrect.
    </xs:documentation>
  </xs:annotation>
</xs:element>
<xs:complexType name="person">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="firstname" type="xs:string"/>
    <xs:element name="surname" type="xs:string"/>
    <xs:element name="title" type="xs:string" minOccurs="0"/>
    <xs:element name="institute" type="xs:string" minOccurs="0"/>
    <xs:element name="email" type="xs:string" minOccurs="0"/>
    <xs:element name="web" type="xs:string" minOccurs="0"/>
  </xs:sequence>
  <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="text-baseType" mixed="true">
  <xs:group ref="text-base" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
  <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="textType" mixed="true">
  <xs:group ref="text" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
  <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="referrableType" mixed="true">
  <xs:attribute name="key" type="xs:ID" use="optional"/>
  <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="contentType">
  <xs:group ref="text-child-elements" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
  <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="text-structureType">
  <xs:group ref="content-structure" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
  <xs:anyAttribute namespace="##other"/>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="content-elementType">
  <xs:sequence>
    <xs:element minOccurs="0" ref="title"/>
    <xs:group ref="content-structure" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
  </xs:sequence>
  <xs:attributeGroup ref="id-include-oo"/>
  <xs:attributeGroup ref="scaling-o"/>
</xs:complexType>

<!--ATTRIBUTE GROUPS -->
<xs:attributeGroup name="scaling-o">
  <xs:attribute name="proficiency" type="proficiencyType" use="optional" default="inherit"/>
</xs:attributeGroup>
<xs:attributeGroup name="id-o">
  <xs:attribute name="id" type="xs:ID" use="optional">
    <xs:annotation>
      <xs:documentation>The ID of a section/pu/content element can be
        referred to with the URN: urn:xm14tio:{@/module/id}:sec:{@id}
        The
        only exception are media which are referred to as:
        urn:xm14tio:{@/module/id}:media:{@id}
      </xs:documentation>
    </xs:annotation>
  </xs:attribute>
</xs:attributeGroup>

```

```

        </xs:documentation>
      </xs:annotation>
    </xs:attribute>
  </xs:attributeGroup>
  <xs:attributeGroup name="id-include-oo">
    <xs:attributeGroup ref="id-o"/>
    <xs:attribute name="include" use="optional" type="tiouri"/>
    <xs:anyAttribute namespace="##other" processContents="lax"/>
  </xs:attributeGroup>
  <xs:attributeGroup name="height-width-oo">
    <xs:attribute name="height" type="xs:unsignedShort" use="optional"/>
    <xs:attribute name="width" type="xs:unsignedShort" use="optional"/>
  </xs:attributeGroup>
<!-->
<!--SIMPLE TYPES -->
<xs:simpleType name="proficiencyType">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>Designates the proficiency of the reader required to
      process this element
    </xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:pattern value="inherit"/>
    <xs:pattern value="all"/>
    <xs:pattern value="beginner"/>
    <xs:pattern value="intermediate"/>
    <xs:pattern value="advanced"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="orderedType">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>Defines whether a list is ordered. Also a start
      number can be given.
    </xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:pattern value="yes"/>
    <xs:pattern value="no"/>
    <xs:pattern value="(\d+)"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>

<xs:simpleType name="tiouri">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>A URI to a xml4tio content</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:restriction base="xs:anyURI">
    <xs:pattern value="urn:xml4tio:.*"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>

<xs:simpleType name="cellHeaderType">
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="row"/>
    <xs:enumeration value="col"/>
    <xs:enumeration value="none"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>

<!-->
<!--SIMPLE TYPES / multimedia formats -->
<xs:simpleType name="mediaType">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>Designates the kind of media</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="gif"/>
    <xs:enumeration value="jpg"/>
    <xs:enumeration value="svg"/>
    <xs:enumeration value="png"/>
    <xs:enumeration value="m4a"/>
    <xs:enumeration value="m4v"/>
    <xs:enumeration value="swf"/>
    <xs:enumeration value="class"/>
    <xs:enumeration value="jar"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="emphasisType">

```

```

<xs:annotation>
  <xs:documentation>A text part can be visually highlighted with one of
    these types
  </xs:documentation>
</xs:annotation>
<xs:restriction base="xs:string">
  <xs:enumeration value="code"/>
  <xs:enumeration value="file"/>
  <xs:enumeration value="name"/>
  <xs:enumeration value="keyphrase"/>
  <xs:enumeration value="marked"/>
  <xs:enumeration value="smallcaps"/>
  <xs:enumeration value="emphasis"/>
  <xs:enumeration value="subscript"/>
  <xs:enumeration value="superscript"/>
  <xs:enumeration value="overline"/>
  <xs:enumeration value="doubleoverline"/>
  <xs:enumeration value="underline"/>
  <xs:enumeration value="doubleunderline"/>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="listItemType">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>The various kinds of bullet points
    </xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:restriction base="xs:token">
    <xs:enumeration value="normal"/>
    <xs:enumeration value="positive"/>
    <xs:enumeration value="negative"/>
    <xs:enumeration value="question"/>
    <xs:enumeration value="answer"/>
    <xs:enumeration value="important"/>
    <xs:enumeration value="leadsto"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:group name="optional-author-title">
  <xs:sequence>
    <xs:element ref="title" minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
    <xs:element ref="author" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
  </xs:sequence>
</xs:group>
<xs:group name="content-element">
  <xs:choice>
    <xs:element ref="comment"/>
    <xs:element ref="axiom"/>
    <xs:element ref="result"/>
    <xs:element ref="equation"/>
    <xs:element ref="conclusion"/>
    <xs:element ref="content"/>
    <xs:element ref="definition"/>
    <xs:element ref="lemma"/>
    <xs:element ref="theorem"/>
    <xs:element ref="proof"/>
    <xs:element ref="description"/>
    <xs:element ref="example"/>
    <xs:element ref="quotation"/>
    <xs:element ref="multiplechoice"/>
    <xs:any namespace="##other" processContents="skip" minOccurs="0"
      maxOccurs="unbounded"/>
  </xs:choice>
</xs:group>
<xs:group name="content-structure">
  <xs:choice>
    <xs:group ref="text-child-elements"/>
    <xs:group ref="structure"/>
  </xs:choice>
</xs:group>
<xs:group name="text-child-elements">
  <xs:choice>
    <xs:element ref="math"/>
    <xs:element ref="media"/>
    <xs:element ref="sourcecode"/>
    <xs:element ref="text"/>
    <xs:any namespace="##other" processContents="skip" minOccurs="0"
      maxOccurs="unbounded"/>
  </xs:choice>
</xs:group>

```

```
<xs:group name="structure">
  <xs:choice>
    <xs:element ref="list"/>
    <xs:element ref="table"/>
  </xs:choice>
</xs:group>
<xs:group name="text-base">
  <xs:choice>
    <xs:element ref="abbreviation"/>
    <xs:element ref="cite"/>
    <xs:element ref="emph"/>
    <xs:element ref="gloss"/>
    <xs:element ref="index"/>
    <xs:element ref="math"/>
    <xs:element ref="person"/>
    <xs:element ref="quotation"/>
    <xs:element ref="reference"/>
    <xs:element name="br">
      <xs:complexType>
        <xs:complexContent>
          <xs:restriction base="xs:anyType"/>
        </xs:complexContent>
      </xs:complexType>
    </xs:element>
    <xs:any namespace="##other" processContents="skip" minOccurs="0"
      maxOccurs="unbounded"/>
  </xs:choice>
</xs:group>
<xs:group name="text">
  <xs:choice>
    <xs:group ref="text-base"/>
    <xs:element ref="footnote"/>
  </xs:choice>
</xs:group>
</xs:schema>
```



## VI.3.2. Visuelle Eindrücke der entwickelten Webanwendungen

Weitere Eindrücke des E-Learning-Systems, das im Rahmen dieser Arbeit entwickelt wurde.

### VI.3.2.1. TIOWA

The screenshot displays the TIOWA web application interface. At the top, there is a navigation bar with tabs: 'Willkommen', 'Dokumente' (selected), 'Dateien', 'Benutzer', 'System-Status', and 'Hilfe'. Below this is a sub-navigation bar with 'Übersicht', 'Alle Dokumente', 'Dokument erstellen', and 'Dateien hochladen'. The main content area is titled 'Anlegen oder Ändern eines Dokuments/Lernmoduls' and features a six-step process flow: 1. Kursdaten eingeben, 2. Dateien hochladen (active), 3. Konvertierung, 4. Ergebnis überprüfen, 5. Dokument freischalten, and 6. Publikation abgeschlossen.

The 'Dateien hochladen' step is expanded, showing a form for 'Neue Lerninhalte hochladen'. It includes a text input for 'Lerninhalte:' with a 'Durchsuchen...' button, a dropdown for 'Dateityp der Lerninhalte:' set to '[automatisch erkennen]', and a 'Datei hochladen' button. A 'Hinweis:' section provides instructions on file formats and linking. To the right, a box lists supported formats: ODT (OpenOffice), TIO-XML, Microsoft Word, and LearnDSL, each with a brief description. Below the form is a table of 'Bereits verfügbare Lerninhalte'.

Dateiname	Dateigröße	Hochgeladen	Status	Aktionen
Digitaltechnik-2013-01-29-bb.odt	2.4 MiB	25.03.2013 02:13 Uhr	Aktiv	<a href="#">Aktivieren</a>   <a href="#">Löschen</a>
DT-Skript-Bearbeitung-test.odt	102.09 KiB	21.03.2013 13:11 Uhr	Inaktiv	<a href="#">Aktivieren</a>   <a href="#">Löschen</a>
DT-Skript-Bearbeitung-test.odt	101.96 KiB	21.03.2013 13:06 Uhr	Inaktiv	<a href="#">Aktivieren</a>   <a href="#">Löschen</a>
DT-Skript-Bearbeitung-test.odt	102.09 KiB	21.03.2013 13:03 Uhr	Inaktiv	<a href="#">Aktivieren</a>   <a href="#">Löschen</a>
DT-Skript-Bearbeitung-1.odt	102.33 KiB	21.03.2013 12:58 Uhr	Inaktiv	<a href="#">Aktivieren</a>   <a href="#">Löschen</a>
DT-Skript-Bearbeitung-1.odt	118.24 KiB	21.03.2013 12:48 Uhr	Inaktiv	<a href="#">Aktivieren</a>   <a href="#">Löschen</a>
Digitaltechnik-2013-01-29-bb.odt	2.4 MiB	14.03.2013 12:06 Uhr	Inaktiv	<a href="#">Aktivieren</a>   <a href="#">Löschen</a>
Digitaltechnik-2013-01-29-bb.odt	2.4 MiB	06.03.2013 14:09 Uhr	Inaktiv	<a href="#">Aktivieren</a>   <a href="#">Löschen</a>

At the bottom of the table, there are buttons for '« Zurück' and 'Weiter »'. To the right of the table, a box titled 'TIOWA-Lernmodul erstellen' lists the steps: 1. Kursdaten eingeben, 2. Dateien hochladen, 3. Konvertierung, 4. Ergebnis überprüfen, 5. Dokument freischalten, and 6. Publikation abgeschlossen.

Abbildung 67: Speicherung unterschiedlicher Dateiversionen eines Lerninhalts in TIOWA<sup>778</sup>

<sup>778</sup> Eigene Darstellung, Screenshot.

TIO-Webadmin - Backend - Version [9489efb] 2013-05-06 12:21:11
Sprache: 
Daniel Sitzmann (SuperUser)
Logout

Lernmodule auf Server: 14

SuperUser: Daniel Sitzmann

Willkommen
Dokumente
Dateien
Benutzer
System-Status
Hilfe

Übersicht
Mein Profil

TIO-Webadmin > Willkommen > Mein Profil

**Mein Profil**

**Personendaten**
Anrede:
☐ Frau
☒ Herr
Titel oder akademische Grade:
Vorname:
Nachname:

**Kontaktdaten**
E-Mail:
Handy-Nr.:
Telefon:
Fax:
Raumnummer:
Universität:
Fachbereich/Institut:

**Zugangsdaten - Passwort ändern**
Benutzername:
Neues Passwort:
Neues Passwort wiederholen:

**User-Infos**
User-Typ: SuperUser
Account erstellt: 01.01.1970 00:00 Uhr
Letzter Login: 27.05.2013 13:29 Uhr

**Hilfe**

► Auf dieser Seite können Sie Ihre persönlichen Benutzer-Einstellungen ändern.

Abbildung 68: Profileinstellungen für Autoren in TIOWA<sup>779</sup>

<sup>779</sup> Eigene Darstellung, Screenshot.

### VI.3.2.2. TIO-ILIAS

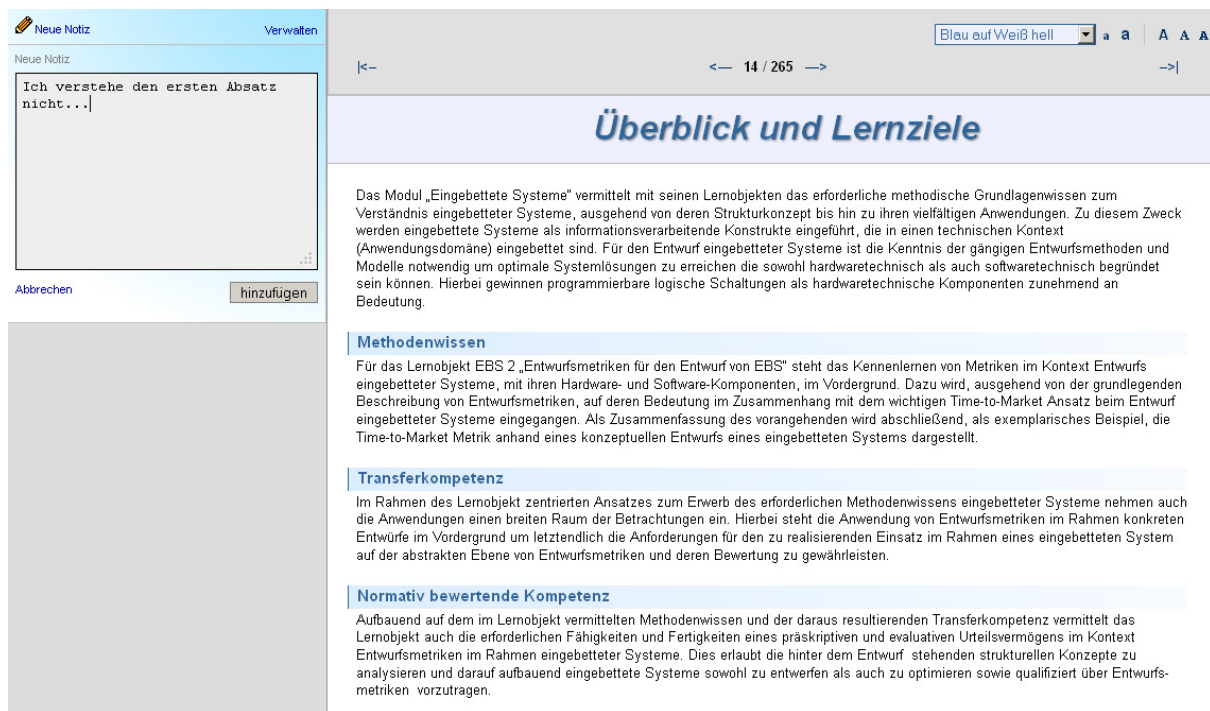


Abbildung 69: Anlegen einer öffentlichen kontextsensitiven Notiz in TIO-ILIAS<sup>780</sup>

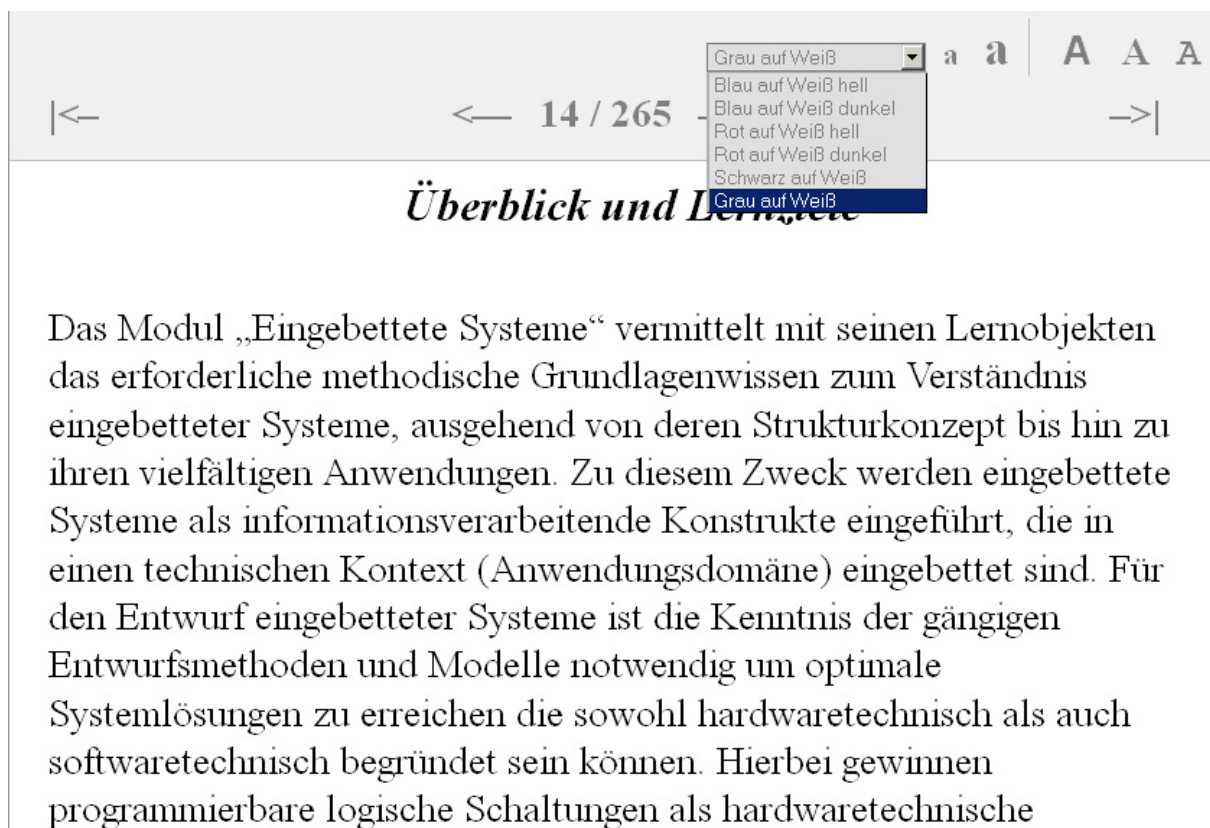


Abbildung 70: Einfache Möglichkeiten zur Adaption der Darstellung von Inhalten in TIO-ILIAS<sup>781</sup>

<sup>780</sup> Eigene Darstellung, Screenshot.

### VI.3.2.3. E-Learning-Enrichment-Tools



Abbildung 71: PID-Ufo – automatische Steuerung mit dem PID-Regler<sup>782</sup>

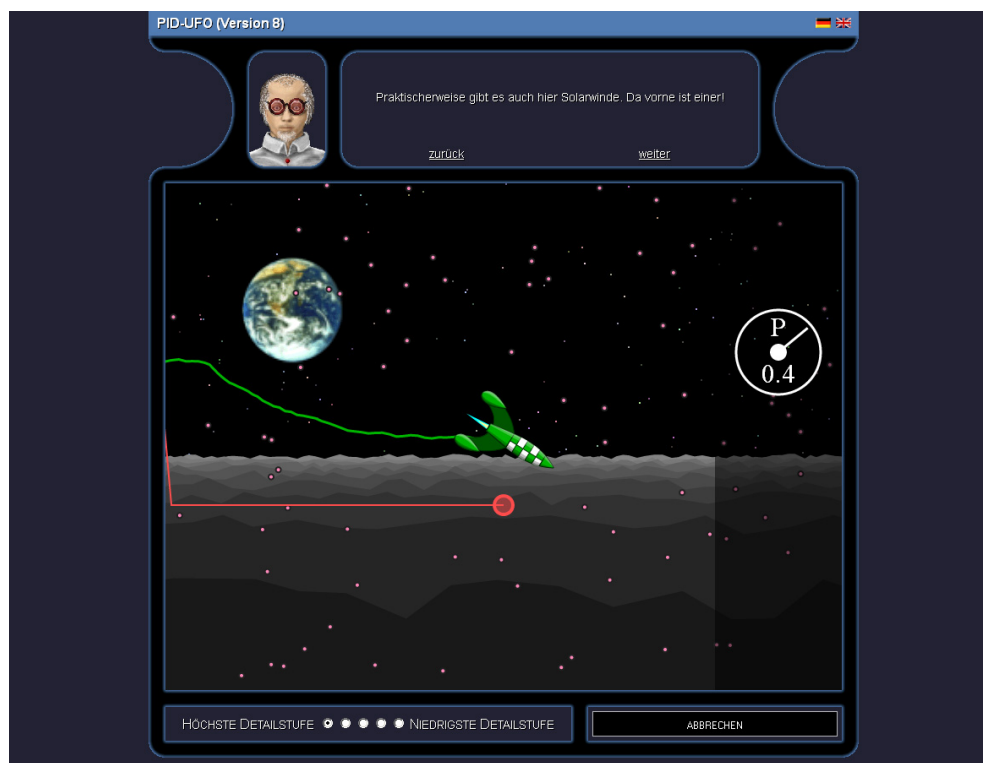


Abbildung 72: PID-Ufo – geregelter Flug durch ablenkende Solarwinde (violett)<sup>783</sup>

<sup>781</sup> Eigene Darstellung, Screenshot.

<sup>782</sup> Eigene Darstellung, Screenshot.

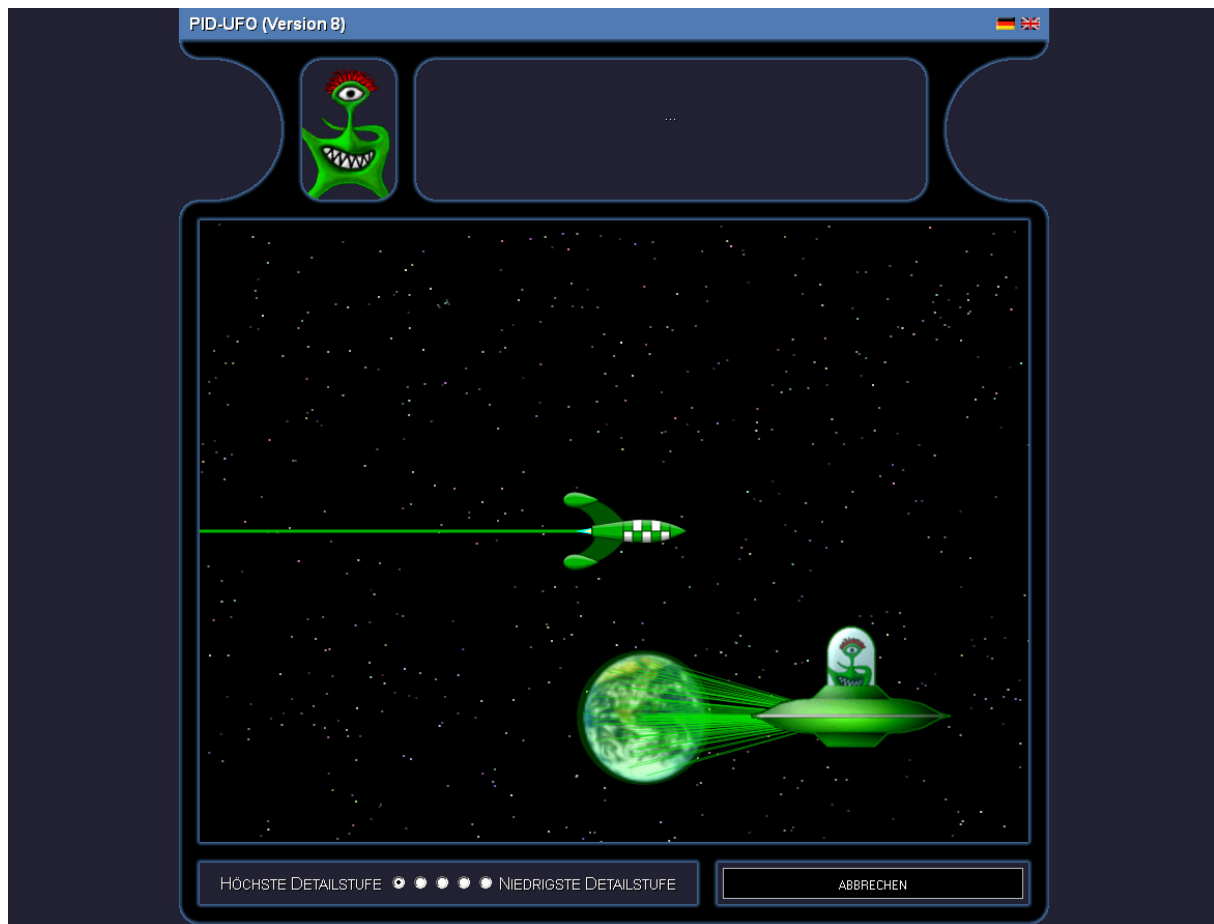


Abbildung 73: „Außerirdische wollen die Erde stehlen, kann das PID-Ufo die Welt retten?“<sup>784</sup>

<sup>783</sup> Eigene Darstellung, Screenshot.

<sup>784</sup> Eigene Darstellung, Screenshot.



## VI.3.3. Poster über die technischen Neuerungen der TIO-E-Learning-Plattform



Project VHN-TIO

# Computer Engineering Online

Dietmar P.F. Möller, Daniel Sitzmann, Berhanu Beyene

## Technology enhanced Blended E-Learning for Computer Engineering Education

The aim of the e-learning project „Online Computer Engineering“ (VHN-TIO) is to develop a mobile, didactic, adaptive and interactive internet based online learning platform that breaks new ground in Engineering Education at universities and enterprises by means of lifelong learning and new media techniques to optimize learning processes in the digital age.

Project partners: University of Hamburg, University of Rostock, Technical University of Clausthal, Technical University of Hamburg-Harburg, University of Lübeck and oncampus



### TEACHING

#### Face-to-face Learning (20%)



- lectures
- seminars
- workshops\*
- exercises\*
- discussions and professional interviews
- learn projects\*
- tests and exams\*
- laboratory work\*

\* also interactive.

#### Online Bachelor degree program

The degree program „Online Computer Engineering“ (TIO) is realized as **Blended Learning**. The learning time is partitioned into **interactive online learning** and **face-to-face instructions** by the lecturer. Thus, the demands of the program's primary **target groups** (e.g. learners and industry partners) can be considered better than in pure online learning because of the direct exchange. The program provides an up-to-date, highly **adaptive** and **interactive** e-learning software platform that supports **social software/web 2.0** features. TIO is a full degree program for Bachelor (B.Sc.) and provides courses for **150 ECTS** in 6 semesters. An international Master degree program for Online Computer Engineering is planned.

#### Interactive Online Learning (80%)



TIO supports **mobile learning** - e.g. on Smartphones, Tablet-PCs, mp3-players - and **e-learning** - on stationary PCs - by default. The software is **usable platform independent**, uses common standards like HTML5 and does not need any Plugins.



#### Advanced E-Learning Tools

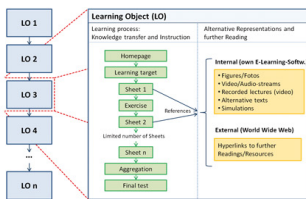
TIO supports multiple **alternative representations** of complex content in the form of figures, animations, audio-/video-streams (e.g. recorded lectures) and advanced e-learning tools like **virtual and remote labs** with manifold types of **simulations**. For example: A tank control system simulator, a learning game for PID control, a VHDL programming validator, virtual simulator for finite automata, etc.



### CONTENT

#### Preparation of Learning Content

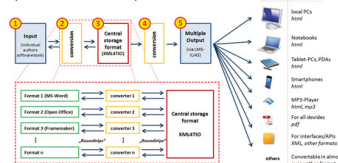
To maximize the quality of the e-learning courses all **learning contents** have been regenerated and didactically optimized for both teaching modes. The information is structured into self-contained **learning objects (LO)** that can be used in different manners and sequences. So they facilitate the **reusability** and **sustainability** of the once developed content.



The TIO learning content mostly provides **multilingualism** (currently German, English), different skill levels, various multimedia formats and other software tools as alternative representations.

#### Single Source Publishing with TIOWA

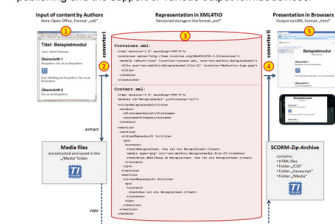
To support new approaches in education like **mobile** or **ubiquitous learning** and various types of user devices - such as classic PCs, Tablet-PCs, Smartphones or mp3-players - TIO uses a self developed **single source publishing software** called TIOWA. It facilitates to deliver **learning contents**, that are stored in a special XML-intermediate (XML4TIO) format optimized for different output devices.



Therefore **learning contents** are entered with common authoring tools like Word, OpenOffice or Framemaker (1). Then it is converted automatically into XML4TIO (2) where it is stored versioned (3). Another converter (4) transforms the learning data into several needed output formats that are delivered to learners through **LMS ILIAS** (5).

#### Storage format XML4TIO & Converters

**XML4TIO** is an in-house developed XML-structure optimized to store structured learning content loaded with several meta information without formatting. It establishes the basis for the single source publishing and the support of various output format/devices.



The TIO platform provides two types of **converters**: **converter I** (2) that transforms the input format of authoring tools (1) to the intermediate storage format XML4TIO (3) and the **converter II** (4) that prepares the learning data for delivery in several output formats (5).

### TECHNOLOGY AND FEATURES

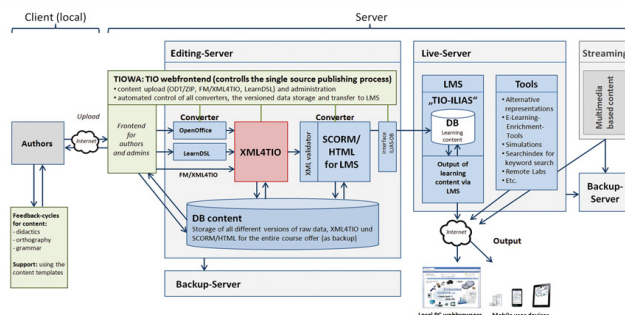
#### Improvements and System Structure

##### Through new technologies

- ✓ various use of multimedia elements - alternative representations simulations of complex models
- ✓ remote-access to distributed laboratories and virtual labs
- ✓ Single source publishing and mobile learning
- ✓ independency of time and location, social networking web 2.0

##### Through Blended E-Learning

- ✓ combining face-to-face with the benefits of E-Learning
- ✓ simplified accreditation of Prior Learning
- ✓ work or problem based learning on real world projects in presence phase
- ✓ Full Bachelor degree program for initial or advanced training linked to several partner universities



#### Conclusion - Features and Technology



**Features**  
The TIO platform platform is an e-learning platform that provides mobile learning and a complete single source publishing engine to assist the content authoring process. The learner/user experience ("studying") is based on a common LMS (TIO-ILIAS) which can be replaced by other scorm-compatible systems (sustainability). TIO supports actual standards in web engineering and respects trends in education like ubiquitous learning or the demands of "digital natives".

**Technology**  
The platform has been developed in PHP, JAVA, HTML, XML and AJAX/Javascript, supports the LMS ILIAS and runs on an Apache webserver (linux). Common mobile devices (iPad, iPod and smartphone) are supported as well as multilingualism.

**Conclusion**  
It was found that the TIO platform can be a good enrichment for initial, advanced and practical training in universities and industry partners within computer engineering education.

[www.ti-online.org](http://www.ti-online.org)

Abbildung 74: Poster über technische Neuerungen der TIO-E-Learning-Plattform<sup>785</sup>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau eines Lernobjekts und Einbettung in den Lernprozess .....	26
Abbildung 2: Client-Server-Kommunikation von Webanwendungen .....	36
Abbildung 3: Zeitstrahl – Vergleich typischer Bildungsbiographien .....	44
Abbildung 4: Begünstigende Effekte von E-Learning für das Lebenslange Lernen .....	46
Abbildung 5: Zielgruppen im E-Learning – Perspektiven und Wechselwirkungsprozesse.....	61
Abbildung 6: Vergleich der strategischen Schwerpunkte beim E-Learning-Einsatz.....	72
Abbildung 7: Graphische Metrik zur (idealtypischen) Skalierung von Zielgruppeninteressen.....	77
Abbildung 8: Beispiele für gängige Gewichtungen der Zielgruppeninteressen.....	78
Abbildung 9: Four dimensions of interaction in F2F and distributed learning environments .....	84
Abbildung 10: Blended Learning Szenario - Personen und IT .....	84
Abbildung 11: Blended Learning Szenario – Vernetzung von Personen untereinander.....	85
Abbildung 12: Wechselwirkung zwischen IT und Menschen in Online-Lernphasen.....	92
Abbildung 13: Flexibler Zugriff auf Lernmaterialien und Informationen beim Online-Lernen.....	94
Abbildung 14: Anwendungsszenario für Social Software im E-Learning.....	96
Abbildung 15: Lernszenario für das Lernen mit virtuellen Laboren .....	99
Abbildung 16: Lernszenario für den Zugriff auf Fernlabore .....	100
Abbildung 17: Lernszenarien mit M-Learning - Lernen „unterwegs“ .....	102
Abbildung 18: Lernszenario mit Ubiquitous Learning .....	105
Abbildung 19: Anordnung der Lernobjekte in einem Lernpfad bzw. einer Lernsequenz .....	113
Abbildung 20: Mögliche Serverstruktur zum Betreiben der E-Learning-Lösung .....	133
Abbildung 21: E-Learning als Webservice .....	136
Abbildung 22: Kosten- und Zeitaufwand bei der Entwicklung von E-Learning-Lösungen .....	139
Abbildung 23: Erstellung und Ausgabe von Inhalten mit Single-Source-Publishing.....	147
Abbildung 24: Konvertierung von Lerninhalten zur Ausgabe auf heterogenen Endgeräte .....	154
Abbildung 25: Überblick über den Aufbau des Gesamtsystems.....	157
Abbildung 26: Benutzerrollen und nutzbare Front- bzw. Backendfunktionalitäten .....	161
Abbildung 27: Elemente einer Online-Vorlesung im Browser.....	169
Abbildung 28: Soziale Vernetzung direkt in der Lernerfläche .....	172
Abbildung 29: Vergleich von Darstellungen für lokale (links) und mobile Browser .....	176
Abbildung 30: Typen digitaler Lernspiele .....	177
Abbildung 31: Oberfläche einer Simulation für die Visualisierung mathematischer Modelle.....	181
Abbildung 32: Cloud-Computing als Speichertechnik verteilter Lernszenarien .....	189
Abbildung 33: Dimensionen des „ubiquitous computing“ .....	191
Abbildung 34: Schnittstellen zwischen E-Learning und Unternehmen .....	200
Abbildung 35: Gemeinsame Projektwebseite der Konsortialpartner von VHN-TIO .....	217
Abbildung 36: Poster-Übersicht - TIO - "Online Computer Engineering" .....	219
Abbildung 37: Zielgruppenmetrik für TIO .....	221

Abbildung 38: TIO-Gesamtprozess – Content-Erstellung und Publikation mit ILIAS .....	222
Abbildung 39: Erstellung von Lerninhalten und Publikation mit LMS ILIAS in TIO .....	227
Abbildung 40: TIOWA - TIO-Webanwendung für die einfache Konvertierung von Lerninhalten ....	228
Abbildung 41: Nachverfolgung von Problemen bei der Konvertierung .....	230
Abbildung 42: LearnDSL-Editor zur Erstellung von Lerninhalten .....	231
Abbildung 43: Single-Source-Publishing in TIO.....	232
Abbildung 44: Beispiel für die Umwandlung eines Office-Dokuments in XML4TIO und HTML ....	239
Abbildung 45: Studierendenportal TIO.....	240
Abbildung 46: Persönliche Startseite für Studierende mit TIO-ILIAS .....	241
Abbildung 47: Darstellung der Lerninhalte beim „Online-Lernen“ im LMS TIO-ILIAS.....	243
Abbildung 48 : Standardmäßige Ausgabe der TIO-Inhalte auf mobilen Endgeräten .....	244
Abbildung 49: Digitale Vorlesungen – Video/Audio, Gliederung & Präsentation synchronisiert .....	246
Abbildung 50: Darstellung von Lerninhalten auf einem Smartphone .....	246
Abbildung 51: Ansicht des Simulators „AutoSim“ für endliche Automaten“ .....	248
Abbildung 52: Simulation eines Tankregelungssystems .....	250
Abbildung 53: Spielsituationen in „PID-Ufo“ – „PID-geregelter“ Flug an der Referenzlinie .....	251
Abbildung 54: „VHDL-Validator“ – Quellcode- bzw. Programmvalidator.....	253
Abbildung 55: Geplante Architektur des Fernlabors und Entwicklungsschritte der Interfaces.....	256
Abbildung 56: Remote Access Web Lab Suite (CERAL) für Technische Informatik .....	257
Abbildung 57: Hardwareprogrammierung einer Ampelanlage über Remote Access.....	259
Abbildung 58: Lernstile nach Kolb .....	288
Abbildung 59: Lerntheorien und E-Learning.....	289
Abbildung 60: Aufbau eines Lernobjekts und Einbettung in den Lernprozess .....	309
Abbildung 61: Methoden-, Medien- und Theorienmix des Blended Learning.....	322
Abbildung 62: Beteiligung an beruflicher Weiterbildung im Ost-West-Vergleich (in %) .....	340
Abbildung 63: Beteiligung an allgemeiner Weiterbildung (in%) .....	341
Abbildung 64: Entwicklung der Landeszuschüsse zur Weiterbildung .....	342
Abbildung 65: Entwicklung der VHS-Finanzierung 1992 bis 2007 .....	343
Abbildung 66: Zeitstrahl – Vergleich typischer Bildungsbiographien .....	363
Abbildung 67: Speicherung unterschiedlicher Dateiversionen eines Lerninhalts in TIOWA .....	413
Abbildung 68: Profileinstellungen für Autoren in TIOWA .....	414
Abbildung 69: Anlegen einer öffentlichen kontextsensitiven Notiz in TIO-ILIAS.....	415
Abbildung 70: Einfache Möglichkeiten zur Adaption der Darstellung von Inhalten in TIO-ILIAS ...	415
Abbildung 71: PID-Ufo – automatische Steuerung mit dem PID-Regler.....	416
Abbildung 72: PID-Ufo – geregelter Flug durch ablenkende Solarwinde (violett).....	416
Abbildung 73: „Außerirdische wollen die Erde stehlen, kann das PID-Ufo die Welt retten?“ .....	417
Abbildung 74: Poster über technische Neuerungen der TIO-E-Learning-Plattform .....	418



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick über Vorteile und Mehrwert durch E-Learning-Angebote.....	20
Tabelle 2: Auswirkungen/Unterschiede bei Präsenzunterricht, E- und Blended Learning.....	21
Tabelle 3: Anforderung an Software und Technik einer E-Learning-Lösung für MINT .....	24
Tabelle 4: Ausprägungen moderner E-Learning-Anwendungen .....	31
Tabelle 5: Überblick über Webtechniken.....	33
Tabelle 6: Entwicklungsaufgaben und -Techniken.....	37
Tabelle 7: Typen von Lernern im Rahmen des Lebenslangen Lernens.....	43
Tabelle 8: Vergleich von Studiensystemen – Klassisch vs. Lebenslanges Lernen.....	47
Tabelle 9: Nutzen von E-Learning für die Entwicklung MINT-spezifischer Kompetenzen .....	53
Tabelle 10: Durch E-Learning mit Multimediaeinsatz überwindbare Schranken.....	57
Tabelle 11: Übersicht über mögliche Lernszenarien beim Blended Learning .....	83
Tabelle 12: Techniken für synchrone oder asynchrone Online-Lernangebote .....	92
Tabelle 13: Zu vermittelnde Fähigkeiten und Kompetenzen im MINT-Bereich.....	111
Tabelle 14: Überblick über notwendige pädagogische Ressourcen .....	112
Tabelle 15: Didaktisches Potential der neuen Medien .....	117
Tabelle 16: Eckpunkte einer Blended E-Learning-Lösung für MINT und Lebenslanges Lernen .....	143
Tabelle 17: Vergleich von Autorenwerkzeugen zur Erstellung von E-Learning-Inhalten .....	152
Tabelle 18: Videoformate für HTML5 <video> .....	168
Tabelle 19: Inhaltstypen und mögliche Alternative Darstellungen in E-Learning-Systemen.....	170
Tabelle 20: Mögliche Kooperationstypen beim kollaborativen Lernen.....	173
Tabelle 21: Klassifikation von Laboren im E-Learning.....	182
Tabelle 22: Dimensionen zur Qualitätsmessungen von E-Learning-Lösungen .....	207
Tabelle 23: Softwaremodule der TIO-E-Learning-Lösung.....	226
Tabelle 24: Eigenschaften der in TIO eingesetzten Konverter .....	235
Tabelle 25: Unterstützte Geräte, Betriebssysteme und Browser.....	260
Tabelle 26: Checkliste zur Dokumentation der Abweichungen vom Rahmenwerk .....	263
Tabelle 27: Begriffsbeschreibung - Was ist E-Learning? .....	274
Tabelle 28: Verschiedene Varianten von E-Learning aus Sicht des Medieneinsatzes.....	276
Tabelle 29: Übersicht über mit E-Learning assoziierten Techniken und Umsetzungen.....	278
Tabelle 30: Entwicklung der IT und resultierende Möglichkeiten für E-Learning.....	279
Tabelle 31: Überblick über Vorteile und Mehrwert durch E-Learning-Angebote.....	281
Tabelle 32: Umsetzungschancen durch erfolgreiche E-Learning-Implementierungen.....	284
Tabelle 33: Übersicht über Lernparadigmen und Verhalten.....	287
Tabelle 34: Überblick über Techniken zur Verwendung im E-Learning.....	303
Tabelle 35: Übersicht über E-Learning-Software und LMS.....	305
Tabelle 36: Phasen des Projektmanagements bei der Einführung von Blended E-Learning.....	313
Tabelle 37: Checkliste – Zielfindung innerhalb eines Blended E-Learning-Projekts.....	315

Tabelle 38: Checkliste – E-Learning-Projekte erfolgreich managen .....	317
Tabelle 39: Checkliste – Kontextanalyse und Ressourcenplanung.....	318
Tabelle 40: Checkliste – Pilotierung .....	319
Tabelle 41: Auswirkungen/Unterschiede bei Präsenzunterricht, E- und Blended Learning.....	322
Tabelle 42: Kostenvergleich: Präsenzunterricht und E-Learning .....	324
Tabelle 43: Blended Learning vs. Innovationsbarrieren .....	325
Tabelle 44: Anforderung an Software und Technik einer E-Learning-Lösung für MINT .....	329
Tabelle 45: Lebensphasen für das Lebenslange Lernen.....	336
Tabelle 46: Geschichtliche Entwicklung des Begriffs "Lebenslanges Lernen" .....	346
Tabelle 47: Vermittlungsinstanzen für computerbezogene Kenntnisse .....	366
Tabelle 48: Vergleich zwischen Lernmethoden von traditionellem und lebenslangem Lernen .....	368
Tabelle 49: Übersicht über Lernmethoden.....	368
Tabelle 50: Lernansatz nach Marton: oberflächliches vs. Tiefenlernen.....	369
Tabelle 51: Die acht Stufen des EQF im Detail .....	377
Tabelle 52: Typische Innovationsbarrieren in Institutionen .....	380
Tabelle 53: Studienanfängerzahlen 1992 bis 2006 .....	382
Tabelle 54: "Action Lines" des Bologna-Prozesses .....	384
Tabelle 55: Beispiele für Ausprägungen einiger "Corporate Universities" .....	398
Tabelle 56: Grundeigenschaften des Speicherformats „XML4TIO“ .....	401

## Literaturverzeichnis

- Ainsworth, S. (1999): *The functions of multiple representations*. Computers and Education, 33, S. 131-152.
- Alby, T. (2007): *Web 2.0 – Konzepte, Anwendungen, Technologien*, Carl Hanser Verlag, München
- Alheit, P. (2008): *Lebenslanges Lernen und soziales Kapital*. In: Herzberg, H. (Hrsg.): *Lebenslanges Lernen. Theoretische Perspektiven und empirische Befunde im Kontext der Erwachsenenbildung*. Frankfurt/M., S. 13-30.
- Alheit, P., Dausien, B. (2002): *Bildungsprozesse über die Lebensspanne und lebenslanges Lernen*, in: *Handbuch Bildungsforschung*, Tippelt, R. (Hrsg.), Leske+Budrich, S. 565-585
- Arbeitsstab Forum Bildung (2001): *Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung im internationalen Wettbewerb. Vorläufige Empfehlungen und Expertenbericht*. Bonn.
- Arnold, P., Kilian, L., Thillosen, A., Zimmer, G.M. (2011): *Handbuch E-Learning: Lehren und Lernen mit digitalen Medien*, W.Bertelsmann Verlag, Bielefeld.
- Augstein, R. (Hrsg.) (2007): *Leben 2.0 – Wir sind das Netz*, Spiegel Special – Das Magazin zum Thema, Spiegel Verlag, Hamburg.
- Balamuralithara, B., Woods, P. C. (2008): *Virtual Laboratories in Engineering Education: The Simulation Lab and Remote Lab*, 2008, Computer Applications in Engineering Education, 17: 108–118. doi: 10.1002/cae.20186
- Baltes, P.B. (2001): *Das Zeitalter des permanent unfertigen Menschen: Lebenslanges Lernen non-stop?* In: *Aus Politik und Zeitgeschichte*, Jg. B 36, S. 24ff.
- Balzert, H. (2011): *Lehrbuch der Softwaretechnik: Entwurf, Implementierung, Installation und Betrieb*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Balzert, Hel., Balzert, Hei., Zwintzsch, O. (2004): *Die E-Learning-Plattform W3L - Anforderungen, Didaktik, Ergonomie, Architektur, Entwicklung, Einsatz*, WIRTSCHAFTSINFORMATIK, Ausgabe Nr. 46 (2004) 2, S. 129-138
- Baumgartner, P./ Payr, S. (1994): *Lernen mit Software*. Digitales Lernen, Österreichischer StudienVerlag, 1. Aufl., Innsbruck.
- Becker, R., Hecken, A. (2005): *Berufliche Weiterbildung – arbeitsmarktsoziologische Perspektiven und empirische Befunde*. In: Abraham, M., Hinz, T.(Hrsg.): *Arbeitsmarktsoziologie*, Wiesbaden
- Berufsbildungsbericht (2005). *Berufsbildungsbericht*. Hrsg. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn/Berlin.
- BLK: Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (2004): *Strategie für Lebenslanges Lernen in der Bundesrepublik Deutschland*, Bonn
- Bollen, L. (2010): *Activity Structuring and Activity Monitoring in Heterogeneous Learning Scenarios with Mobile Devices*, Schriftenreihe „Computergestütztes Lernen“, Band 9, Verlag Dr. Kovac, Hamburg.
- Bomsdorf, B. (2005): *Adaption of Learning Spaces: Supporting Ubiquitous Learning in Higher Distance Education*, <http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2005/371>, abgerufen am 27.09.2012
- Bonk, C.J., Kim, K.J., Zeng, T.T. (2006): *Future directions of blended learning in higher education and workplace learning settings*. In: *The Handbook of blended learning: Global perspective, local designs*, Bonk, C.J., Graham, C. (Hrsg.), S. 550-568. Pfeiffer, San Francisco
- Bourne, J., Harris, D., Mayadas, F. (2005): *Online Engineering Education: Learning Anywhere, Anytime*, Journal of Asynchronous Learning Networks (JALN), Vol. 9, Issue 1, 3/2005, S. 15-41

- Bradbury, H., Frost, N., Kilminster, S., Zukas, M. (Hrsg.) (2010): *Beyond Reflective Practice – New Approaches to professional Lifelong Learning*. Routledge, New York.
- Breitner, M. H., Lehner, F., Staff, J.; Winand, U. (Hrsg.), diverse Autoren (2010): *E-Learning 2010, Aspekte der Betriebswirtschaftslehre und Informatik*, 2010, Springer, Berlin, Heidelberg, Dordrecht, London, New York
- Bremer, H. (2004): *Der Mythos vom autonom lernenden Subjekt. Zur sozialen Verortung aktueller Konzepte des Selbstlernens und zur Bildungspraxis unterschiedlicher sozialer Milieus*, in: Engler, S., Kraiss, B. (Hrsg.): *Das kulturelle Kapital und die Macht der Klassenstrukturen. Sozialstrukturelle Verschiebung und Wandlungsprozesse des Habitus*, Weinheim und München, S. 189-213
- Busolt, U., von Gehlen, M., Stauffer, A., Markowski, K., Dühning, D. (2010): *Blended-Learning Angebot für exzellente Master-Studentinnen der Naturwissenschaft und Technik auf dem Weg zur Führungskraft – Leitfaden*, Projekt E<sup>2</sup>xzellenz, Arbeitspapier der Baden-Württemberg Stiftung, Bildung, Nr. 8, Stuttgart
- Bürg, O., Kronburger, K., Mandl, H. (2004): *Implementation von E-Learning in Unternehmen – Akzeptanzsicherung als zentrale Herausforderung*, Forschungsbericht Nr. 170, Department für Psychologie, Ludwig Maximilians Universität München, Download am 04.03.2012: <http://pub.ub.uni-muenchen.de/444/>
- Carlson, L., Sullivan, J. (1999): *Hands-on Engineering: Learning by Doing in the Integrated teaching and Learning Program*, In: *Int. Engng Ed.* Vol. 15, No. 1, S. 20-31,
- Caudill, J.G. (2007): *The Growth of m-Learning and the Growth of Mobile Computing: Parallel developments*, In: *International Review of Research in Open and Distance Learning*, Vol. 8, Nummer 2. <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/348/873>, abgerufen am 05.06.2012
- Chang, R.L., Richardson, J.C., Banky, G.P., Collier, B.D., Jaksa, M.B., Lindsay, E.D., Maier, H.R. (2011): *Practitioner Reflections on Engineering Students' Engagement with e-Learning*, In: *Advances in Engineering Education*, Winter 2011, Vol. 2 Issue 3, S. 1-30.
- Cortina, K.S. u.a. (Hrsg.) (2003): *Das Bildungswesen in der Bundesrepublik Deutschland*. Strukturen und Entwicklungen im Überblick. Reinbek bei Hamburg.
- Culp, K.M., Honey, M., Mandinach, E. (2003): *A Retrospective on Twenty Years of Educational Policy*, USA Department of Education, Washington D.C.
- Cuthell, J.P. (2002): *Virtual Learning*, Aldershot, UK: Ashgate.
- Dali, H., Yongmei, G. (2008): *Analysis on the Coupling between E-learning and Lifelong learning*, 2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering, Proceedings, S. 246-249.
- Dausien, B. (2008): *Lebenslanges Lernen als Leitlinie für die Bildungspraxis?* In: Herzberg, H. (Hrsg.): *Lebenslanges Lernen. Theoretische Perspektiven und empirische Befunde im Kontext der Erwachsenenbildung*. Frankfurt/M., S. 151-174.
- DeMeter, E.C., Jorgensen, J.E., Rullan, A. (1996): *The Learning Factory of the Manufacturing Engineering Educational Program*, In: *Proceedings of the SME International Conference on Manufacturing Education of the 21<sup>st</sup> Century*, SME, San Diego, CA, March 1996.
- Deutscher Bildungsrat (1973): *Empfehlungen der Bildungskommission: Strukturplan für das Bildungswesen*, S. 193, Stuttgart
- Dittler, U. (2011): *E-Learning – Einsatzkonzepte und Erfolgsfaktoren des Lernens mit interaktiven Medien*. Oldenbourg Verlag, München.
- Dohmen, G. (1996): *Das Lebenslange Lernen. Leitlinien einer modernen Bildungspolitik*, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Bonn

- Dohmen, G. (2001): *Das informelle Lernen*, Hrsg. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn
- Dooley, J. (2011): *Software development and professional practice*. Apress, New York, N.Y.
- Dumke, R., Lothar, M., Wille, C., Zbrog, F. (2003): *Web engineering*. Pearson education, München.
- Eckstein, J. (2012): *Agile Softwareentwicklung in grossen projekten. Teams, Prozesse und Technologien - Strategien für den Wandel im Unternehmen*. dpunkt, Heidelberg.
- Egner-Duppich, C.; Diwo, A.; Harks, S.; Huggenberger, M.; Wollscheid, S. (2008): *E-Learning Geschäftsmodelle - Bestandsaufnahme, Typisierung und Fallbeispiele*, Arbeitsberichte des Medienzentrums Band 3, Universität Trier.
- Ehlers, U.-D, Gerteis, W., Holmer, T., Jung, H.W. (Hrsg.) (2003): *E-Learning-Services im Spannungsfeld von Pädagogik, Ökonomie und Technologie*, L<sup>3</sup> - Lebenslanges Lernen im Bildungsnetzwerk der Zukunft, W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld
- England, E., Finney, A. (1999): *Managing Multimedia. Project Management for Interactive Media*, Addison-Wesley, Harlow, England
- Enquete-Kommission des Deutschen Bundestags (1990): *Zukünftige Bildungspolitik - Bildung 2000*. Schlussbericht der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestags. Drucksache 20/90.
- Europäische Kommission (2000): *Memorandum zum Lebenslangen Lernen*, Brüssel
- Europäisches Parlament (2008): *Empfehlung des Europäischen Parlaments und des Rates ... zur Einrichtung des Europäischen Qualifikationsrahmens für lebenslanges Lernen*, Amtsblatt der Europäischen Union.
- Eurostat (2008): *Europa in Zahlen. Eurostat Jahresbericht 2008*. Luxemburg
- Expertenkommission Finanzierung Lebenslanges Lernen (2004): *Finanzierung Lebenslangen Lernens – der Weg in die Zukunft*. Schlussbericht. Bielefeld. [http://www.bmbf.de/pub/scchlussbericht\\_kommission\\_III.pdf](http://www.bmbf.de/pub/scchlussbericht_kommission_III.pdf), abgerufen am 20.06.2011
- Faulstich, P. (2011): *Aufklärung, Wissenschaft und lebensentfaltende Bildung – Geschichte und Gegenwart einer großen Hoffnung der Moderne*. Transcript Verlag, Bielefeld
- Faure, E. (1972): *Learning to Be. The World of Education Today and Tomorrow*. Paris.
- Field, J. (2000): *Lifelong Learning and the New Educational Order*. Stoke on Trent, UK.
- Field, J., Gallacher, J., Ingram, R. (2009): *Researching Transitions in Lifelong Learning*, Routledge, New York.
- Finke, W.F. (2000): *Lifelong Learning in the information age: organizing net based learning and teaching systems*, Gertrud Scheld Fachbibliothek Verlang, Bueren
- Fleisch, E., Mattern, F. (Hrsg.) (2005): *Das Internet der Dinge – Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis: Visionen, Technologien, Anwednungen, Handlungsanleitungen*, Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- Forum Bildung (2001): *Empfehlungen des Forum Bildung*, Bonn, Download von Internetseite am 27.02.2012: [http://www.ganztagsschulen.org/\\_downloads/Forum-Bildung-Empf.pdf](http://www.ganztagsschulen.org/_downloads/Forum-Bildung-Empf.pdf)
- Freitag, W. (2009): *Hochschulen als Orte lebenslangen Lernens? Analysen hochschulstatistischer Daten zum Hochschulstudium von Studierenden mit beruflicher Qualifikation*, In: Freitag, W.; Hartmann, E.; Loroff, C.; Stamm-Riemer, I.; Völk, D. (Hrsg.): *Gestaltungsfeld Anrechnung. Hochschulische und berufliche Bildung im Wandel*. S. 217-229, Waxmann, Münster
- Frieling, J. (2010): *Zielgruppe Digital Natives: Wie das Internet die Lebensweise von Jugendlichen verändert. Neue Herausforderungen an die Medienbranche*, Diplomica Verlag, Hamburg.

- Gage, N.L., Berliner, D.C., (Bach, G.) (1996): *Pädagogische Psychologie*, 5. überarbeitete Auflage, Beltz PsychologieVerlagUnion.
- Garrison, D.R., Anderson, T. (2003): *E-Learning in the 21st Century, A Framework for Research and Practice*, Routledge, London, New York
- Geisler, F. (2005): *Datenbanken. Grundlagen und Design*. Mitp, Bonn.
- Gerlach, C. (2000): *Lebenslanges Lernen. Konzepte und Entwicklungen 1972 bis 1997*, Böhlau Verlag, Köln
- Gnahn, D., Nuissl von Rein, E. (2008): *Lebenslanges Lernen und Kompetenzmessung*. In: Herzberg, H. (Hrsg.): *Lebenslanges Lernen. Theoretische Perspektiven und empirische Befunde im Kontext der Erwachsenenbildung*. Frankfurt/M., S. 117-132.
- Graham, C.R. (2004): *Blended Learning Systems: Definition, Current trends, and Future Directions*, in: Bonk, C.J. & Graham, C.R. (Hrsg.), *Handbook of blended learning: Global Perspectives, local designs*. Pfeiffer Publishing, San Francisco, [http://mypage.iu.edu/~cjbbonk/graham\\_intro.pdf](http://mypage.iu.edu/~cjbbonk/graham_intro.pdf), abgerufen am 10.01.2013
- Gries, V., Lucke, U., Tavangarian, D. (2009): *Werkzeuge zur Spezialisierung von XML-Sprachen für die vereinfachte, didaktisch unterstützte Erstellung von eLearning-Inhalten*, lernen im Digitalen Zeitalter, DeLFI 2009, Die 7. E-Learning Fachtagung Informatik, S. 211-222
- Grotlueschen, A. (2003): *Widerständiges Lernen im Web – virtuell selbstbestimmt?* Münster
- Guy, R. (Edit.) 2010: *Mobile Learning: Pilot Projects and Initiatives*, Informing Science Press, Santa Rosa, California, USA
- Hartz, S., Meisel, K. (2004): *Qualitätsmanagement*, Bielefeld.
- Häfele, H. (2004): *E-Learning Standards, betrachtet aus der didaktischen Perspektive*, Download am 10.04.2012, [http://www.erzwiss.uni-hamburg.de/personal/grotlueschen/2004/pdf/Haefele\\_e-learning-standards.pdf](http://www.erzwiss.uni-hamburg.de/personal/grotlueschen/2004/pdf/Haefele_e-learning-standards.pdf)
- Heinrich, E., Bhattacharya, M., Rayudu, R. (2007): *Preparation for lifelong learning using ePortfolios*, European Journal of Engineering Education, Vol. 32, No. 6, December 2007
- Helander, M., Emami, R. (2006): *eLearning for Engineering*, 9<sup>th</sup> International Conference on Engineering Education, Jul 23-28, 2006. San Juan, PR.
- Herzberg, H. (Hrsg.) (2008): *Lebenslanges Lernen, Theoretische Perspektiven und empirische Befunde im Kontext der Erwachsenenbildung*, Peter Lang, Internationaler Verlag der Wissenschaften, Frankfurt/Main
- Hilgenstock, R., Krüger, A., Hunkler, U. (2008): *Gemeinsam online lernen mit Moodle, Handbuch zur Installation und Administration*, DIALOGUE Beratungsgesellschaft
- HIS (Hochschul-Informationen-System) (2005): *Der Bologna-Prozess im Spiegel der HIS-Hochschulforschung*, Hannover.
- Hmelo-Silver, C.E. (2004): *Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn?*, in *Educational Psychology Review*, Vol. 16, No. 3, S. 235-266, September 2004
- Hochschulrektorenkonferenz (HRK) (Hrsg.) (2005): *Bologna-Reader. Texte und Hilfestellungen zur Umsetzung der Ziele des Bologna-Prozesses an deutschen Hochschulen*, 4. Auflage, Bonn.
- Hof, C. (2009): *Lebenslanges Lernen, Eine Einführung*, W. Kohlhammer Druckerei GmbH, Stuttgart
- Hohenstein, A., Wilbers, K. (Hrsg.) (2004): *Handbuch E-Learning, Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis*, Stand: 9. Erf.-Lfg. Juli 2004, Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln.
- Holzinger, A., (o. J.): *Beurteilungskriterien für Lernsoftware, Ein Service des Serverprojektes*

- Joanneum im Rahmen der Initiative „Neue Medien an der Lehre für Universitäten und Fachhochschulen“*, [http://user.meduni-graz.at/andres.holzinger/holzinger%20de/papers%20de/Beurteilung\\_Lernsoftware.pdf](http://user.meduni-graz.at/andres.holzinger/holzinger%20de/papers%20de/Beurteilung_Lernsoftware.pdf), aufgerufen am: 10.12.2012
- Holzinger, A., Nischelwitzer, A., Meisenberger, M. (2005): *Lifelong-Learning Support by M-Learning: Example Scenarios*, eLearn Magazine, Vol. 2005, Nr. 11, ACM, New York
- Höbarth, U. (2007): *Konstruktivistisches Lernen mit Moodle, Praktische Einsatzmöglichkeiten in Bildungsinstitutionen*, Verlag Werner Hülsbusch, Boizenburg
- Huang, L.K. (2010): *Planning and implementation framework for a hybrid e-learning model: The context of a part-time LIS postgraduate programme*, In: Journal of Librarianship and Information Science, 42, March 2010, S. 45-69
- Jeschke, S., Richter, T., Seiler, R. (2005): *eLearning in Mathematik und Naturwissenschaften*, In: Potsdamer Multimedia-Konferenz 2005, 13.10.2005, Potsdam, Germany.
- Kadunz, G. (2003): *Visualisierung – Die Verwednung von Bildern beim Lernen von Mathematik*, Profil-Verlag, München.
- Kappel, G., Pröll, B., Reich, S., Retschitzegger, W. (2004): *Web engineering. Systematische Entwicklung von Web-Anwendungen*. dpunkt-Verl., Heidelberg.
- Kästner, C., Ostermann, K. (2013): *Einführung in die Softwaretechnik*. [http://www.informatik.uni-marburg.de/~kaestner/eise/8\\_Anforderungsanalyse.pdf](http://www.informatik.uni-marburg.de/~kaestner/eise/8_Anforderungsanalyse.pdf). Abgerufen am 27.10.2013.
- Kerres, M. (2001): *Multimediale und telemediale Lernumgebungen, Konzeption und Entwicklung*, 2. Auflage, Oldenbourg, München.
- Kerres, M., Lahne, M. (2009): *Chancen von E-Learning als Beitrag zur Umsetzung einer Lifelong-Learning-Perspektive an Hochschulen*, In: E-Learning 2009, Lernen im digitalen Zeitalter, S. 347-257, Waxmann, Münster.
- Kimpeler, S., Georgieff, P., Revermann, C. (2007): *Zielgruppenorientiertes eLearning für Kinder und ältere Menschen, Sachstandsbericht zum Monitoring „eLearning“*, TAB-Arbeitsbericht Nr. 115, Berlin
- Kitchenham, Andrew (Edit.) (2011): *Models for Interdisciplinary Mobile Learning, Delivering Information to Students*, IGI Global
- Knapper, C.K., Cropley, A.J. (2000): *Lifelong Learning in Higher Education*, ISBN 0 7494 2794 9, Clays Ltd., Great Britain
- Knerr, P., Schröder, H., Aust, F., Gilberg, R. (2009): *Berufliche Weiterbildung als Bestandteil Lebenslangen Lernens (WeLL), WeLL-Erhebung 2007*, FDZ-Methodenbericht, Methodische Aspekte zu Arbeitsmarktdaten, Nr. 6/2009, Bundesagentur für Arbeit
- Ko, C. C., Chen, B. M., Chen, J. (2004): *Creating Web-based Laboratories*, 2004, Springer, Berlin, Heidelberg, New York
- Kocur, D., Kosch, P. (2009): *E-Learning Implementation in Higher Education*, in Acta Electronica et Informatica, Vol. 9, No. 1, 2009, S. 20-26
- Kolb, D.A. (1985): *Learning Style Inventory*. McBer and Company, Boston.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaft (2005): *Auf dem Weg zu einem Europäischen Qualifikationsrahmen für Lebenslanges Lernen*
- Konsortium Bildungsberichterstattung (2006): *Bildung in Deutschland. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung und Migration (Bildungsbericht)*, Bielefeld
- Konsortium ProfilPASS (2006): *BLK-Verbundprojekt „Weiterbildungspass mit Zertifizierung informellen Lernens (ProfilPASS)“*, Frankfurt am Main

- Kraus, K. (Hrsg.) (2001): *Lebenslanges Lernen – Karriere einer Leitidee*, Bertelsmann Verlag, Bielefeld
- Kron, D.W. (2009): *Grundwissen Pädagogik*, 7. Auflage, Ernst Reinhardt Verlag, München.
- Kuhlenkamp, D. (2010): *Lifelong Learning, Programmatik, Realität, Perspektiven*, Waxmann Verlag, Münster
- Kuhn, D., Raith, M. (2013): *Performante Webanwendungen. Client- und serverseitige Techniken zur Performance-Optimierung*. dpunkt-verlag, Heidelberg.
- Kurth, U. (Hrsg.) (2006): *Lebenslanges Lernen – der Lissabon-Prozess und seine Auswirkungen*, Medien-Verlag, Bielefeld
- Lanwart, D. (2007): *Funktions-/Strukturorientierte Pflanzenmodellierung in E-Learning-Szenarien*, Uni Osnabrück, elektronisch publiziert.
- Laur-Ernst, U. (2002): *eLearning – eine Bedingung für lebenslanges Lernen*. Berufsbildung für eine globale Gesellschaft, Perspektiven im 21. Jahrhundert. Dokumentation des 4. BIBB-Fachkongress 2002.
- Leffingwell, D. (2011): *Agile software requirements. Lean requirements practices for teams, programs, and the enterprise*. Addison-Wesley, Upper Saddle River, NJ.
- Lerch, S. (2009): *Lebenskunst Lernen? Lebenslanges Lernen aus subjektwissenschaftlicher Sicht*, Bertelsmann Verlag, Bielefeld
- Liccardi, I., Ounnas, A., Pau, R., Massey, E., Kinnunen, P., Lewthwaite, S., Midy, M., Sarkar, C. (2007): *The role of social networks in students' learning experiences*, ITiCSE-WGR '07: Working group reports on ITiCSE on Innovation and technology in computer science education, S. 224–237. New York, USA.
- Lippert, M.; Roock, S.; Wolf, M. (2005): *Software entwickeln mit eXtreme Programming, Erfahrungen aus der Praxis*, dpunkt-Verlag, Heidelberg
- Low, L., O'Connell, M. (2006): *Learner-centric Design of Digital Mobile Learning*, In: Proceedings of the OLT Conference 2006, S. 71-82
- Lowe, D., Murray, S., Lindsay, E., Liu, D. (2009): *Evolving Remote Laboratory Architectures to Leverage Emerging Internet Technologies*, IEEE Transactions on Learning Technologies, Vol. 2, No. 4, Oktober-December 2009.
- Lucke, U., Nölting, K., Tavangarian, D. (2005): *Strukturierte Lehr- und Lernmodelle für die Ausbildung im Fachgebiet Technische Informatik, Structured Educational Models for Computer Engineering*, 2005, Zeitschrift It-Information Technology 47 (2005) 3, Oldenbourg Verlag
- Ludvigsen, S., Lund, A., Rasmussen, I., Säljö, R. (Hrsg.) (2011): *Learning Across Sites – New tools, infrastructures and practices*, New Perspectives on Learning and Instruction, Routledge, New York
- Lyytinen, K., Yoo, Y. (2002): *Issues and Challenges in Ubiquitous Computing*. Communications of the ACM 45(12), S. 62-65.
- Macpherson, A., Homan, G., Wilkinson, K. (2005): *The implementation and use of e-learning in the corporate university*, In: Journal of Workplace Learning, Vol. 17 No. 1/2, S. 33-48, Emerald Group Publishing Limited.
- Marton, F. (1983): *Review of 'Student Learning in Higher Education'*, journal of higher Education, Nr. 54, S. 325-331
- McDougall, A., Murnane, J., Jones, A., Reynolds, N. (Hrsg.) (2010): *Researching IT in Education – Theory, Practice and Future Directions*, Routledge, New York



- Meier, C., Deufert, S. (2003): *Lebenslanges (E-) Learning: Lust oder Frust? Zum Potential digitaler Lernspiele für die betriebliche Bildung*, In: Weiterlernen neu gedacht, QUEM-Report, Heft 78, Berlin.
- Meyer, M.A., Prenzel, M., Hellekamps, S. (Hrsg.) (2008): *Perspektiven der Didaktik*, ZfE, Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. Sonderheft 9, 2008. VS – Verlag für Sozialwissenschaften. Berlin.
- Meyer-Guckel, V., Schönfeld, D., Schröder, A.-K., Ziegele, F. (2008): *Quartäre Bildung, Chancen der Hochschulen für die Weiterbildungsnachfragen von Unternehmen*, Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, 2008
- Mienert, M., Pitcher, S. (2011): *Pädagogische Psychologie – Theorie und Praxis des Lebenslangen Lernens*, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Springer Fachmedien Wiesbaden
- MMB (2012): *Weiterbildung und Digitales Lernen heute und in drei Jahren: Mobile Learning – kurzer Hype oder stabiler Megatrend?*, MMB-Trendmonitor I/2012, MMB – Institut für Medien- und Kompetenzforschung, [http://www.mmb-institut.de/monitore/trendmonitor/MMB-Trendmonitor\\_2012\\_I.pdf](http://www.mmb-institut.de/monitore/trendmonitor/MMB-Trendmonitor_2012_I.pdf), abgerufen am 03.04.2013
- Montandon, C. (2006): *Adoption von Standardisierung im e-learning – Eine Umfrage bei e-Learning-Projekten an Hochschulen im deutschen Sprachraum*, Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität Bern, Arbeitsbericht Nr. 180, Bern, Schweiz.
- Morsi, R., Jackson, E. (2007): *Playing and Learning? Educational Gaming for Engineering Education*, 37<sup>th</sup> ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, 10.10.-13.10.2007, Milwaukee, WI, USA.
- Möller, D.P.F., Sitzmann, D. (2012): *Online Computer Engineering: Combining Blended E-Learning in Engineering with Lifelong Learning*. In: “Developments in Engineering Education Standards: Advanced Curriculum Innovations” (Hrsg. Rasul, M.G.), Chapter 11, S. 193-214, Engineering Science Reference/IGI Global, Australia
- Mörbe, S., Müller-Wenzke, A., Koch, M., Marton, A. (2008): *Entwicklung von E-Learning Dienstleistungen*, in: „Entwicklung IT-basierter Dienstleistungen“, S. 247-256, Springer, Berlin, Heidelberg, New York
- Mügge, F. (2012): *Dokumentation VHDL-Validator 0.5.5*, Projektdokument des Projekts VHN-TIO. Universität Hamburg.
- Mügge, F. (2013): *Konzept und prototypische Implementierung eines Remote-Lab-Rahmenwerks für den Online-Zugriff auf programmierbare Hardware*, Diplomarbeit, Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, Arbeitsbereich Technische Informatiksysteme, 2013.
- Niegemann, H. M. (Hrsg.), div. andere (2004): *Kompodium E-Learning*, Springer, Berlin, Heidelberg, New York
- Nordin, N., Amin Embi, M., Yunus, M.M. (2010): *Mobile Learning Framework for Lifelong Learning*, International Conference on Learner Diversity 2010, Procedia Social and Behavioral Sciences 7, S. 130-138, abgerufen am 23.11.2011, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810020239>
- Nordstrom, N.M. (2006): *Learning Later, Living Greater: The Secret of Making the Most of Your After 50 Years*, Sentient Publications
- OECD (1973): *Recurrent Education. A Strategy for Lifelong Learning*, OECD, Paris
- OECD (1996): *Lifelong Learning for all*, OECD, Paris
- OECD (1997): *What Works in Innovation in Education. Combatting Exclusion Through Adult Learning*. Paris.
- OECD (2003): *Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations*

- (DeSeCo). Summary of the Final Report "Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society". Paris.
- OECD (2008): *Bildung auf einen Blick 2008*. Paris
- Ogata, H., Yano, Y. (2004): *Context-Aware Support for Computer-Supported Ubiquitous Learning*, Proceedings of the 2<sup>nd</sup> IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'04)
- Ogata, H., Akamatsu, R., Yano, Y. (2005): *Computer Supported Ubiquitous Learning Environment for Vocabulary Learning Using Rfid Tags*. In Proceedings of the IFIP TC3 Technology Enhanced Learning Workshop (TeL'04), World Computer Congress, Toulouse, France, Springer Boston.
- O'Reilly, T. (2005): *What is web 2.0*. O'Reilly.
- Painter, D. (2006): *Missed steps: Blended learning helps increase collaboration and productivity, but firms often ignore key stages in the process*, American Society for Training & Development (ASTD), 07-2006, S.10-11. <http://www.astd.org/Publications>
- Palfrey, J., Grassler, U. (2008): *Generation Internet. Die Digital Natives: Wie sie leben, Was sie denken, Wie sie arbeiten*. Hanser Verlag.
- Pankratius, V., Oberweis, A., Stucky, W. (2005): *Lernobjekte im E-Learning – Eine kritische Beurteilung zugrunde liegender Konzepte anhand eines Vergleichs mit komponentenbasierter Software-Entwicklung*, 9. Workshop Multimedia in Bildung und Wirtschaft, September 2005, Technische Universität Ilmenau
- Pelgrum, W.J., Plomp, T. (1991): *The Use of Computers in Education Worldwide, Results from the IEA 'Computer s in Education' Survey in 19 Education Systems*, Pergamon Press, Oxford
- Pester, A., Auer, M. E. (2003): *Online Simulationen für verteilte eLearning Anwendungen unter Nutzung von XML Templates, "Content- und Wissensmanagement"*, Beitrag auf den 11. Leipziger Informatik-Tagen, LIV-Jahrestagung, 2003, S.148-155
- Prensky, M. (2001): *Digital Natives, Digital Immigrants*, In: MCB University Press, Heft 5/2001.
- Quaiser-Pohl, C., Endepohls-Ulpe, M. (Hrsg.) (2010): *Bildungsprozesse im MINT-Bereich, Interesse, Partizipation und Leistungen von Mädchen und Jungen*, Waxmann, Münster.
- Quinn, C. N. (2005): *Engaging Learning, Designing e-Learning Simulation Games*, Pfeiffer/John Wiley & Sons, Inc.
- Rachbauer, Tamara (2009): *Adaption von E-Learningsystemen, Moodle im Vergleich zu anderen Open Source Learning Content Management Systemen*, 2009, IGEL Verlag
- Reinmann-Rothmeier, G. (2003): *Didaktische Innovationen durch Blended Learning, Leitlinien anhand eines Beispiels aus der Hochschule*, Verlag Hans Huber, Bern, Schweiz.
- Rey, G. D. (2009): *E-Learning, Theorien, Gestaltungsempfehlungen und Forschung*, Verlag Hans Huber
- Rosenberg, M.J. (2001): *E-learning: Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age*, McGraw-Hill, New York
- Sakamura, K., Koshizuka, N. (2005): *Ubiquitous Computing Technologies for Ubiquitous Learning*, Proceedings of the 2005 IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'05)
- Sampson, D.G., Isaias, P., Ifenthaler, D., Spector, J.M. (Edit.) (2013): *Ubiquitous and Mobile Learning in the Digital Age*, Springer New York, Heidelberg, Dordrecht, London
- Sauerburger, H. (Hrsg.) (2007): *Web 2.0, Praxis der Wirtschaftsinformatik*, HMD 255, dpunkt.verlag, Heidelberg

- Sauter, A.M., Sauter, W., Bender, H. (2004): *Blended Learning. Effiziente Integration von E-Learning und Präsenztraining*. Luchterhand, Unterschleißheim, München.
- Sauter, E. (1997): *20 Jahre Recht der Weiterbildung, Ist die rechtliche Integration gelungen?* In: „Recht der Jugend und des Bildungswesens“ 1997, Heft 1, S. 18-22
- Schinzel, Britta (2001): *e-learning für alle: Gendersensitive Mediendidaktik*, in: Ulla Ernst (Hrsg.), *Frauen und Technologien. Zum Einsatz neuer Medien in der Lehre*. <http://mod.iig.uni-freiburg.de/cms/fileadmin/publikationen/online-publikationen/schinzelformat1.rtf>, abgerufen am 21.09.2012
- Schmid, Chr.; H. Hoyer; A. Jochheim; H. Kiendl; P. Krause; J. Praczyk; C. Röhrig (2001): *Experimentieren und Lernen im virtuellen Labor*, 2001, Tagungsband zum 3. VDI/VDE-GMA-Aussprachetag "Rechnergestützter Entwurf von Regelungssystemen", Dresden, S. 72-88.
- Schulmeister, R. (2004): *Diversität von Studierenden und die Konsequenzen für eLearning*. In: Carstensen, D./Barrios, B. (eds): *Campus 2004, Kommen die digitalen Medien in die Jahre?* (Medien in der Wissenschaft; 29), Münster/New York: Waxmann (2004), S.133-144
- Schulmeister, R. (2006): *eLearning: Einsichten und Aussichten*, Oldenbourg Verlag, München, Wien
- Schutze, H.G. (2005): *Weiterbildung und die Politik lebenslangen Lernens*. In: W. Jütte (Hrsg.): *Kontexte wissenschaftlicher Weiterbildung*, S. 56-73, Waxmann Verlag, Münster
- Sclater, N. (2008): *Web 2.0, Personal Learning Environments, and the Future of Learning Management Systems*, EDUCAUSE – Center for Applied Research, Research Bulletin, Volume 2008, Issue 13, Colorado, USA.
- Sellin, B. (2005): *Europäischer Qualifikationsrahmen (EQF) – ein gemeinsames Bezugssystem für Bildung und Lernen in Europa*, Berufs- und Wirtschaftspädagogik online, [http://www.bwpat.de/ausgabe8/sellin\\_bwpat8.pdf](http://www.bwpat.de/ausgabe8/sellin_bwpat8.pdf), Abgerufen am 03.06.2012
- Seufert, S., Euler, D. (2005): *Learning Design: Gestaltung eLearning-gestützter Lernumgebungen in Hochschulen und Unternehmen*, Swiss Centre for Innovations in Learning (SCIL), Arbeitsbericht 5, September 2005. St. Gallen.
- Sharma, P., Barrett, B. (2010): *Blended Learning: Using Technology in and beyond Language Classroom*, Update 8, March 2010, Educational Technology & Society. Download von Internetseite am 10.11.2011: <https://www.macmillanenglish.com/methodology/blended-learning/updates/Blended-Learning-Update-8.pdf>
- Silberman, Mel (Hrsg.) (2007): *The Handbook of Experimental Learning*, 2007, Pfeiffer/John Wiley & Sons, inc. San Francisco
- Sitzmann, D., Möller, D.P.F. (2014): *Web Based Simulations As Alternative Representations Of Complex Contents In E-Learning Systems For Computer Engineering*, INTED2014 Proceedings, pp. 7554-7564, 8th International Technology, Education and Development Conference, Valencia, Spain. 10-12 March, 2014. ISBN: 978-84-616-8412-0 / ISSN: 2340-1079
- Sitzmann, D., Möller, D.P.F., Becker, K., Richter, H. (2013): *TIO - A Software Toolset for Mobile Learning in MINT Disciplines*, Proc. 1st International Workshop on Methods and Resources for Distance Learning (MRDL 2013), <http://www.icteri.org/page/workshop-mrdl2013>, published in: *Journal of Information Technology in Education*, Kherson State University, Editor-In-Chief: Oleksandr Volodumurovuch Spivakovskiy, 19-22 June, Kherson, Ukraine, 2013.
- Sitzmann, D., Möller, D.P.F., Mügge, F. (2014): *Augmented Remote Labs For The Online Access To Programmable Hardware In Computer Engineering Education*, INTED2014 Proceedings, pp. 5910-5919, 8th International Technology, Education and Development Conference, Valencia, Spain. 10-12 March, 2014. ISBN: 978-84-616-8412-0 / ISSN: 2340-1079

- Smith, G.G. (2005): *Student attrition in mathematics e-learning*, In: Australasian Journal of Educational Technology, 2005, 21(3), S. 323-334.
- Sommerville, I. (2011): *Software engineering*. Pearson, Boston.
- Sparrow, S. (2003): *Blended learning makes mark*, Training Magazine, November 2003.
- Stahl, T. (2002): *Lebenslanges Lernen: Eine Herausforderung für die europäischen Bildungssysteme*, Dokumentation 4. BIBB-Fachkongress.
- Sutherland, P., Crowther, J. (2008): *Lifelong Learning, concepts and contexts*, Routledge, New York
- Tippelt, R., Reich, J. (2008): *Weiterbildung in Deutschland*. In: Herzberg, H. (Hrsg.): *Lebenslanges Lernen. Theoretische Perspektiven und empirische Befunde im Kontext der Erwachsenenbildung*. Frankfurt/M., S. 31-49.
- Twinning, P. (2004): DICTateED. *Discussing ICT, Aspirations and Targets for Education*. Download von Internetseite am 18.06.2012:  
<http://www.apecknowledgebank.org/resources/downloads/zhang%20IT.pdf>
- Vicent, L., Bou, G., Avila, X., Riera, J., Montero, J., Anguera, J. (2007): *Which are the best e-learning tools for an Engineering Degree in the European Higher Education Area?*, 7<sup>th</sup> IEEE Intl. Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007), S. 882-886, Niigata, Japan
- Wache, M. (2003): *E-Learning - Bildung im digitalen Zeitalter*, Bundeszentrale für politische Bildung, 2003, [http://www.ihl-zittau.de/de/dnl/bildung\\_im\\_digitalen\\_zeitalter.1360.pdf](http://www.ihl-zittau.de/de/dnl/bildung_im_digitalen_zeitalter.1360.pdf), abgerufen am 04.06.2012
- Walter, T. (2008): *Kompendium der Web-Programmierung. Dynamische Web-Sites*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- Weller, M. (2004): *Learning objects and the e-learning cost dilemma*, In: *Open Learning: The Journal of Open and Distance Learning*, Vol. 19, No. 3, November 2004, S. 293-302, The Open University, UK.
- Wenz, C. (2007): *JavaScript und AJAX*, Galileo-Computing, Bonn.
- Wiepcke, C. (2006): *Computergestützte Lernkonzepte und deren Evaluation in der Weiterbildung. Blended Learning zur Förderung von Gender Mainstreaming*. Kovač, Hamburg
- Woollard, J. (2011): *Psychology for the Classroom: E-Learning*, Routledge, New York
- Zeldman, J. (2006): *Designing with Web Standards*, Pearson Education Inc.
- Yang, S.J.H. (2006): *Context Aware Ubiquitous Learning Environments for Peer-toPeer Collaborative Learning*, Educational Technology & Society, 9(1), S. 188-201
- Zhu, G., Liu, W., Zhang, S. (2010): *Designing personalized learning difficulty for online learners*, In: *Proceeding ICWL'10 Proceedings of the 2010 international conference on New horizons in web-based learning*, S. 264-275
- Zhang, G., Jin, Q., Lin, M. (2005): *A Framework of Social Interaction Support for Ubiquitous Learning*, Proceedings of the 19th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA'05).
- Zinnen, A., Hambach, S., Faatz, A., Lindstaedt, S., Beham, G., Godehard, E., Goertz, M., Lokaiczkyk, R. (2008): *Datenschutzfragen bei der Etablierung einer Arbeitsprozess-integrierten e-Learning-Lösung*, aus DeLFI 2008: Die 6. E-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V., GI, 2008 (GI-Edition - Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings 132), Bonn, S. 341-352
- Zukowski, A. (2006): *Exploring the new pathway of blended learning*, Momentum, 37(4): S.82-83.